

**DER EINFLUSS BODENNAHER
WETTERELEMENTE
AUF DAS MENSCHLICHE BEFINDEN**

Gottfried Raddatz

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551921_0030

AUS DEM INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND
KLIMATOLOGIE DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Vorstand: Prof.Dr.med.H.Drexel

DER EINFLUSS BODENNAHER WETTERELEMENTE AUF DAS
MENSCHLICHE BEFINDEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von
Gottfried Raddatz
aus Quedlinburg

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Dipl.-Phys.K.Dirnagl

Mitberichterstatter: Prof.Dr.med.H.Drexel

Dekan: Prof.Dr.med.W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 9.Juli 1974



I N H A L T

	Seite
1. EINFÜHRUNG	1
1.1 Zur Geschichte der Medizinmeteorologie	1
1.2.1 Die besondere Bedeutung meteorologischer Einzelelemente in der Medizinmeteorologie	2
1.2.2 Subjektive Beschwerden als Parameter der Meteorophysiologie	2
1.2.3 Zielsetzung dieser Arbeit	3
2. METHODIK	4
2.1 Quellen und Aufbereitung der Rohdaten	4
2.1.1 Gewinnung der " Befindenswerte"	4
2.1.1.1 Der Fragebogen	4
2.1.1.2 Der Befragungszeitraum	6
2.1.1.3 Auswahl der "besten Teilnehmer"	7
2.1.1.4 Berechnung der "Befindenswerte"	7
2.1.1.5 Beziehung zwischen subjektivem Befinden und Beurteilung der Schlafgüte	8
2.1.2 Meteorologische Daten	8
2.1.2.1 Quellen der meteorologischen Rohdaten	8
2.1.2.2 Berechnung der " Abhängigen meteorologischen Größen"	11
2.2 Statistische Methodik	12
2.2.1 Beziehung zwischen Wetterphasen und Befindenswerten	12
2.2.1.1 Aufbereitung der Wetterphasenfolge	12
2.2.1.2 Aufbereitung der Befindenswerte	14
2.2.1.3 Die Bearbeitung der Wetterphasen nach der Tölzer Methode	15
2.2.2.1 Zur Berechnung der Häufigkeitshistogramme	16
2.2.2.2 Die statistische Prüfung der Häufigkeits-histogramme	17
2.2.3 Methodische Grundlagen der Regressions-analyse	19
2.2.3.1 Auswahl der berücksichtigten Variablen	19

2.2.3.2	Das zur Regressionsanalyse verwendete Programm	19
2.2.3.3	Statistische Prüfung der Regressionsanalyse	20
3	ERGEBNISSE	23
3.1	Ergebnisse der Wetterphasenanalyse	23
3.1.1	Beziehung Befinden - Wetterphase	23
3.1.2	Zur deskriptiven Statistik der Wetterphasen	24
3.2	Ergebnisse der Häufigkeitshistogramme	24
3.3	Ergebnisse der Regressionsanalyse	25
3.4	Abbildungen und Tabellen zu den Ergebnissen	25
4.	DISKUSSION	38
4.1	Ist eine Befragung geeignet, das subjektive Befinden zu messen?	38
4.1.1	Die Meßgröße: das subjektive Befinden	38
4.1.2	Zur Meßgenauigkeit	40
4.2	Diskussion der Wetterphasenanalyse	40
4.2.1	Zur Methodik	40
4.2.2	Zu den Ergebnissen der Wetterphasenanalyse	42
4.3	Zu den Häufigkeitshistogrammen	43
4.3.1	Zur Methodik	43
4.3.2	Zu den Ergebnissen der Häufigkeitshistogramme	44
4.4	Zur Regressionsanalyse	46
4.4.1	Zur Methodik	46
4.4.2	Zu den Ergebnissen der Regressionsanalyse	47
5.	ZUSAMMENFASSUNG	
6.	LITERATURVERZEICHNIS	

1. EINFÜHRUNG

1.1 ZUR GESCHICHTE DER MEDIZINMETEOROLOGIE

Obwohl bereits Hippokrates seinen sieben Büchern über die epidemischen Krankheiten jeder Krankheitsbeschreibung eine Darstellung der Witterungsverhältnisse voranstellt (nach ASSMANN), befaßt sich die naturwissenschaftliche Medizin mit dem Problem der Wetterwirkung auf den Menschen erst seit ungefähr 100 Jahren.

Frühzeitig wurde bereits versucht, objektive Krankheitszustände, wie Häufungen von plötzlichen Todesfällen an Herzkrankheiten, von Gallen- und Nierenkoliken und ähnlichen akuten Erkrankungen mit dem Wettergeschehen in Beziehung zu setzen. " Die ursprüngliche Meinung, daß sich in den interessierenden Zeiten ein bestimmtes Wetterelement (Barometerstand, Lufttemperatur, Feuchtigkeit u.s.w.) in stets charakteristischer Weise ändern müsse, ließ sich in zahllosen Untersuchungen nicht belegen, was bis zur gelegentlichen Leugnung von Wettereinflüssen überhaupt führte - nach dem Rezept ' denn so schließt er messerscharf, nicht sein kann, was nicht sein darf.' schreibt DE RUDDER.

Erst als man die meteorologischen Einzelelemente hinten stellte und im Sinne der modernen synoptischen Meteorologie das dynamische Wettergeschehen klassifizierte, konnte man die Wirkung des Wetters auf Mensch und Tier in zahlreichen Untersuchungen nachweisen. Zusammenfassende Darstellungen dazu findet man im Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde, bei SEYBOLD und WOLTERECK oder KÜGLER; die Darstellung der Methoden einzelner Arbeitskreise des deutschsprachigen Raumes in den Medizin-Meteorologischen Heften (vergleiche DAUBERT, BECKER, KUHNKE, SCHULZE, UNGEHEUER).

Der Einfluß eines besonderen Wetterzustandes ist seit langem der alpenländischen Bevölkerung bekannt und daher auch schon

seit rund 150 Jahren in der medizinischen Diskussion: der des Föhns.

1.2.1 DIE BESONDERE BEDEUTUNG METEOROLOGISCHER EINZELELEMENTE IN DER MEDIZINMETEOROLOGIE.

So fruchtbar die synoptische Medizinmeteorologie für den Nachweis einer Wetterwirkung auf den Menschen ist, so befriedigt sie doch nicht das Kausalitätsbedürfnis einer naturwissenschaftlichen Medizin. Denn erstens besitzen verschiedene Wettervorgänge die gleiche biologische Wirkung (vergl. DE RUDDER), und zweitens kann man das komplexe Wettergeschehen der Natur im Experiment nicht nachvollziehen, noch kennt man einen biologischen Rezeptor dafür.

Meteorologische Einzelfaktoren dagegen kommen dem Kausalitätsdenken entgegen. Sie sind in ihrer Wirkung überschaubar, Rezeptoren und Regelkreise, über die sie auf den Körper wirken könnten, sind bekannt oder vorstellbar; und diese Wirkung kann im Experiment gezeigt werden. Zusammenfassende Darstellungen der Ergebnisse dieser experimentellen Wechselwirkung Umwelt - Mensch findet man z.B. bei ASSMANN oder im Handbuch für Klima- und Bäderheilkunde.

1.2.2 SUBJEKTIVE BESCHWERDEN ALS PARAMETER DER METEOROPHYSIOLOGIE

Wie bereits angedeutet, sind es vor allem objektive pathologische Zustände, an denen die Wetterwirkung auf den Menschen gezeigt werden konnte. Man spricht daher nach DE RUDDER von einer Meteoropathologie. Ihr gegenüber gestellt wird die Meteorophysiologie; sie befaßt sich mit den physiologischen Anpassungsschwierigkeiten des Organismus auf das Wettergeschehen. Auch hier sind es vor allem somatische Parameter, wie Hautdurchblutung o.ä., die die biotrope Wirkung des Wetters erkennen lassen.

Subjektive Wetterbeschwerden bestreitet niemand, doch sind sie schwer nachzuweisen, und es beschäftigt sich mit ihnen eine entsprechend kleine Zahl von Arbeiten. Ursache dafür mag

eine Ansicht sein, wie sie z.B. STOLLREITHER 1951 vertrat:
" Es ist nicht zu erwarten, mit Hilfe der subjektiven Methode wesentliche neue Ergebnisse auf dem Gebiete der Meteorobiologie zu gewinnen."

1.2.3 ZIELSETZUNG DIESER ARBEIT.

Das Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München führte 1970 eine großangelegte Befragungsaktion unter der Münchener Bevölkerung durch, um in einer Feldstudie die subjektive Wetterfühligkeit zu untersuchen.

Es erschien nun reizvoll, im Rahmen dieser sogenannten " Münchener Föhnstudie " mit Hilfe der modernen Statistik und der elektronischen Datenverarbeitung zu prüfen, ob eine statistische Beziehung zwischen subjektivem Befinden und meteorologischen Einzelelementen nachweisbar ist. Darüber soll im folgendem berichtet werden.

2. METHODIK

2.1 QUELLEN UND AUFBEREITUNG DER ROHDATEN.

2.1.1 GEWINNUNG DER "BEFINDENSWERTE".

Da von Anfang an eine Regressionsanalyse geplant war, mußte zunächst eine quantitative, mathematische Darstellung der Befindensschwankungen des befragten Kollektivs gewählt werden. Herr Dipl.-Phys. DIRNAGL stellte mir dafür bereits berechnete " Befindenswerte " zur Verfügung. Ich hatte also zu keiner Zeit Einfluß auf die Befragungsaktion; im Gegenteil, diese war bereits abgeschlossen, als ich diese Arbeit begann.

2.1.1.1 DER FRAGEBOGEN.

Zum Verständnis der gesamten Arbeit möchte ich den Weg, der zu den " Befindenswerten " führte, darstellen, da er noch nicht veröffentlicht wurde.

Wie bereits erwähnt, führte das Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München 1970 unter der Münchener Bevölkerung eine Befragungsaktion über subjektive Wetterbeschwerden durch. Diese Aktion dauerte 15 Wochen und umfaßte ungefähr 2500 Befragte. Von jedem Befragten mußte täglich ein Fragebogen, wie ihn Abbildung 1 zeigt, ausgefüllt werden.

Der ausgefüllte Fragebogen mußte täglich mit der Post zurück geschickt bzw. bei Sammelstellen abgegeben werden. Betrug die Differenz zwischen Datum des Berichtes und Datum des Poststempels oder der Abgabe mehr als drei Tage, wurde der Bericht nicht gewertet. Dieses Verfahren wurde - trotz hoher Portokosten - gewählt, um eine nachträgliche, bewußte oder unbewußte Verfälschung der Angaben zu vermeiden. Auch wurde der Fragebogen so abgefaßt, daß er mit möglichst wenig Aufwand ausgefüllt werden konnte; d.h., die Zahl der Fragen wurde auf ein Minimum reduziert und diese so formuliert, daß sie

möglichst durch einfaches Ankreuzen vorgegebener Antworten beantwortet werden konnten. Auf diese Weise wurde der Fragebogen gleichzeitig EDV-gerecht, da die Antworten auf Lochkarten dokumentiert werden konnten.

ABTEILUNG 1

Der Teilnehmer, der an der Studie teilnimmt, ist ein ...
 ... erfüllt werden ...

Tägliches Befindens-Protokoll

DATUM

TEILNEHMER-NR.

1. Wie war Ihr Befinden heute? (Zusammenfassendes Urteil über den ganzen Tag)	durchschnittlich ohne Besonderheiten	besser als gewöhnlich	schlechter als gewöhnlich
☐	☐	☐	☐
2. Wie war Ihr Schlaf in der vergangenen Nacht?	☐	☐	☐

3. Welche Eindrücke hatten Sie heute vom Verhalten Ihrer Mitmenschen? (Kollegen, Familienmitglieder usw.)	keine Gelegenheit zur Beobachtung	durchschnittlich ohne Besonderheiten	besondere Schwierigkeiten, Ärger, Unverträglichkeit	besonders erfreulich entgegenkommend verträglich
☐	☐	☐	☐	☐

4. Wie ist Ihnen heute Ihr Arbeitspensum von der Hand gegangen?	normal	leichter besser	mit Mühe schlecht	besonders schlecht	5. Haben Sie heute zur Behebung oder Linderung vermutlich wetterbedingter Beschwerden oder Schwierigkeiten Medikamente eingenommen?	JA	NEIN
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Wie würden Sie heute Ihre Stimmung und Gemütsverfassung entsprechend nach folgender Einteilung beschreiben?		Hatten Sie heute unter körperlichen Beschwerden zu leiden?		26. Halten Sie es für wahrscheinlich, daß für die heute aufgetretenen Beschwerden andere Gründe als Wettereinflüsse (Föhn) in Frage kommen (z.B. Überbeanspruchung, zuviel Alkohol oder Tabak, Erkältung usw.)	
Vormittag	Nachm.	Vormittag	Nachm.	JA NEIN	
heiter, froh, lustig, aufgekratzt	6. ☐ 7. ☐	Kopfschmerzen	16. ☐ 17. ☐	☐ ☐	
gedrückt, unlustig, trübe, dumpf	8. ☐ 9. ☐	Atembeschwerden	18. ☐ 19. ☐	☐ ☐	
durchschnittlich ohne Besonderheiten	10. ☐ 11. ☐	Herz-/Kreislaufbeschwerden	20. ☐ 21. ☐	☐ ☐	
nervös, gereizt, erregbar	12. ☐ 13. ☐	Narbenbeschwerden	22. ☐ 23. ☐	27. Bei Frauen: War heute einer ihrer kritischen Tage (monatliche Regel) ☐ ☐	
besonders müde, erschöpft	14. ☐ 15. ☐	sonstige Beschwerden	24. ☐ 25. ☐	☐ ☐	

28. War Ihr beruflicher oder privater Tagesablauf heute beträchtlich abweichend vom Durchschnitt?	JA	NEIN	29. War für Sie heute	Arbeitstag	freier Tag	waren Sie auswärts
☐ ☐	☐ ☐	☐	☐	☐	☐	☐ ☐

30. Waren Sie heute wesentlich kürzer ☐ oder länger ☐ im Freien als gewöhnlich	31. Waren Sie heute bedeutend mehr ☐ oder weniger ☐ körperlicher Anstrengung ausgesetzt als gewöhnlich	32. War für Sie heute ein besonders ruhiger ☐ oder aufreg./anstreng. Tag ☐
--	--	--

Besonderheiten, die nicht durch die Beantwortung der vorstehenden Fragen erfaßt sind:

2.1.1.2 DER BEFRAGUNGSZEITRAUM.

Bei jeder medizinmeteorologischen Arbeit ist man bestrebt, lange Beobachtungszeiträume zu erhalten, damit die Zufälligkeiten, die sowohl das meteorologische als auch das biologische Geschehen in sich bergen, nicht zu stark zum Tragen kommen. Dies war auch das Bestreben des Instituts. Gleichzeitig mußten jedoch offensichtliche Störfaktoren vermieden werden. Einen solchen vermeidbaren Faktor bilden die großen Feiertage und die Sommerferien der Schulen. Da zu diesen Zeiten vermehrt gereist wird, wäre ein Großteil des befragten Kollektivs an einem anderen Ort mit anderen Witterungs- und Klimabedingungen und anderen Lebensverhältnissen als gewöhnlich.

Im Bestreben, dennoch möglichst lange, zusammenhängende Beobachtungszeiträume zu erhalten, entschied man sich für folgende Zeiträume: 6.mit 30.April, 1.mit 28.Juni und 21.September mit 15.November 1970. Diese Abschnitte sind drei, vier und acht Wochen lang und jeweils mindestens sieben Tage von den großen Reisezeiten entfernt (Ostern 29./30.März, Pfingsten 17./18.Mai).

Damit wurde meiner Meinung nach ein glücklicher Kompromiß gefunden. Denn es wäre schwer gewesen, ein so großes Kollektiv länger als 15 Wochen zur täglichen Mitarbeit zu bewegen, ganz abgesehen von den hohen Kosten, die eine solche Langzeitstudie verursacht. Daß Frühjahr, Sommer und Herbst gewählt wurde, ließ außerdem erwarten, daß ein jahreszeitlicher Einfluß zu erkennen sei. Gleichzeitig wurde das Risiko eingeschränkt, während eines Großteils der Befragungsaktion nur eine einzige Großwetterlage zu haben, wie es oft im Herbst der Fall ist. Daß man trotz sorgfältiger Planung aber vor Überraschungen nicht geschützt ist, zeigt diese Befragungsaktion ebenfalls. So fiel die Fußballweltmeisterschaft 1970 in den Befragungszeitraum und hat am 30.Juni ihre deutlichen Spuren bei den Schlaf- und Befindensstörungen hinterlassen. Diese bekannt-exogene Störung wurde jedoch nicht eliminiert,

da die Größe dieses nicht-systematischen Fehlers schwer abschätzbar ist.

2.1.1.3 AUSWAHL DER "BESTEN TEILNEHMER".

Ein Teil der Befragten mußte bereits im Verlauf des ersten Befragungsabschnittes von der Aktion ausgeschlossen werden, da sie nicht gewissenhaft genug mitarbeiteten. Sie beantworteten etwa eine Frage mehrmals oder füllten die Fragebögen nur gelegentlich aus oder stolperten zu oft über die in diesen eingebauten Plausibilitätsfragen.

Am Ende der Befragungsaktion schienen rund 2000 Teilnehmer für die weiteren Berechnungen geeignet. Von diesen wurde noch einmal ein Drittel aussortiert, so daß knapp 1300 sogenannte "beste Teilnehmer" übrig blieben, die regelmäßig genug und gewissenhaft genug ihre Fragebögen ausgefüllt hatten.

Diese 1300 "besten Teilnehmer" bilden das befragte Kollektiv. Die deskriptive Statistik dieses Kollektivs befindet sich noch in Bearbeitung. Jedoch kann man jetzt schon sagen, daß es sich um ein zumindest grob der Münchener Bevölkerung entsprechendes Erwachsenenkollektiv handelt mit entsprechender Altersverteilung und gleichem Verhältnis der Geschlechter bzw. leichtem Überwiegen der weiblichen Teilnehmer.

Durch den Anreiz einer Tombola am Ende der Befragungsaktion gelang es, auch nicht am Problem der Wetterfälligkeit Interessierte für die Aktion zu gewinnen. Es überwiegen jedoch bei weitem die Teilnehmer, die sich subjektiv als wetterfällig empfinden.

2.1.1.4 BERECHNUNG DER "BEFINDENSWERTE".

Von diesen "besten Teilnehmern" wurde für jeden Tag der Prozentsatz ermittelt, der auf die Frage eins, "wie war Ihr Befinden heute?", mit "schlechter als gewöhnlich" antwortete. Eine erste Betrachtung dieser Prozentwerte zeigte einen auffälligen Wochengang, wie er auch von anderer Arbeit-

ten über subjektive Wetterbeschwerden bekannt ist (vergl. STOLLREITHER, MÜCHER, REIFFERSCHIED). Durch Bestimmung des mittleren Wochenganges der gesamten Beobachtungszeit wurden für jeden Wochentag Korrekturfaktoren ermittelt, mit denen die einzelnen Tageswerte verbessert wurden. Diese verbesserten Prozentzahlen werden im folgenden kurz "Befindenswerte" genannt.

2.1.1.5 BEZIEHUNG ZWISCHEN SUBJEKTIVEM BEFINDEN UND BEURTEILUNG DER SCHLAFGÜTE.

In gleicher Form wie Frage eins wurde auch die Antwort "schlechter als gewöhnlich" auf Frage zwei, "wie war Ihr Schlaf in der vergangenen Nacht?", bearbeitet. Es sei hier bereits berichtet, daß ich bei den weiteren Berechnungen (Häufigkeitshistogramme und Regressionsrechnung) das Ergebnis von STOLLREITHER bestätigen kann, der schreibt: "...daß die subjektiven Angaben der Schlafgüte nicht in gleicher Weise ein zuverlässiges biologisches Vergleichsmaterial darstellen wie die Angaben über die tagsüber auftretenden körperlichen und seelischen Befindensänderungen."

Allerdings muß ich betonen, daß im Gegensatz zu STOLLREITHER meine Ergebnisse über subjektive Schlafstörungen denen der Befindenswerte qualitativ gleichen und quantitativ nur eine etwas geringere Korrelation zu den meteorologischen Größen zeigten. Dies ist auch der Grund, warum im folgenden fast nur von den Befindenswerten die Rede sein wird.

2.1.2 METEOROLOGISCHE DATEN.

2.1.2.1 QUELLEN DER METEOROLOGISCHEN ROHDATEN.

Die meteorologischen Daten möchte ich in drei Gruppen einteilen:

1. die Wetterphasen nach UNGEHEUER und BREZOWSKY als Beispiel der dynamischen Methode,
2. die einfachen meteorologischen Größen, wie sie die üblichen

meteorologischen Meßinstrumente liefern, und
5. die abhängigen meteorologischen Größen, die als lineare Funktionen aus den einfachen meteorologischen Größen abgeleitet wurden.

Die Wetterphasen in fortlaufender Darstellung für den Befragungszeitraum stellte Herr Dipl.-Met. HEIGEL von der Medizin-Meteorologischen Beratungsstelle Bad Tölz zur Verfügung. Als Quelle der einfachen meteorologischen Größen wurden die Klimakarten des Deutschen Wetterdienstes für München-Riem gewählt. Diese Karten haben zwei Vorteile: erstens gibt es sie für jede Klimastation in Deutschland, und zweitens sind sie als Lochkarten EDV-gerecht. Allerdings erschwert die etwas unglückliche Überlochung (das ist Mehrfachlochung einer Spalte) die numerische Behandlung der Daten. So mußte in meinem Fall diese Überlochung in einem eigenen Arbeitsgang in eine fortlaufende Lochung umgewandelt werden. Diese Klimakarten enthalten für die drei synoptischen Termine (07.00 Uhr, 14.00 Uhr und 21.00 Uhr MEZ) alle wesentlichen bodennahen Meßgrößen sowie die wesentlichsten Tageswerte. Abbildung 2 zeigt Muster dieser Karten.

Die Inversionslagen wurden den Schadstoffimmissionsberichten der Landeshauptstadt München entnommen, die mittlere tägliche NO_2 -Immission aus den Stationsmessungen nach diesen Berichten gemittelt.

Die langjährigen Mittel von Lufttemperatur, Dampfdruck, Sonnenscheindauer und Bewölkungsmenge stellte das Wetteramt München zur Verfügung.

Auf elektrische Größen wurde im Rahmen dieser Arbeit verzichtet, da eine gesonderte Untersuchung (DIRNAGL(5)) keine befriedigenden Zusammenhänge zwischen diesen Größen und den Befindenswerten erkennen ließ.

4BBILLIG 2

Muster der Klimakarten 1 und 2 des Deutschen Wetterdienstes Offenbach

Tag	Monat	Jahr	Wind 32 Zeitl. Beaufort			Bewölkung u. Wetter in Zehnteil							V	E	Tag mit	Niederschlag in Zehnteil mm										Schnee in cm	Wasser Speichert.																																																																								
			I	II	III	FF	I	II	III	Mittl.	Zehnteil Std.	I				II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X																																																																											
																									DDF			DDF	DDF	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN	NNN																																																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																					

Nr. 1.000.1. GIZEN-WERK BERGNEUSTADT

Tag	Monat	Jahr	Station	Luftdruck in Zehntel mm						Temperatur Extreme			Temperatur im Schatten				Temperatur der Felsart				Barometerdruck in Zehntel mm				Rel. Feuchte in %		Höhe d. Ort in m
				I	II	III	Mittel	Max.	Min.	Tages- Maximum	Nachts- Minimum	Mittel	I	II	III	Mittel	I	II	III	Mittel	I	II	III	Mittel	I	II	
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											
12																											
13																											
14																											
15																											
16																											
17																											
18																											
19																											
20																											
21																											
22																											
23																											
24																											
25																											
26																											
27																											
28																											
29																											
30																											
31																											

MUSTER

Klima I

Temperatur

in der Pachtzeit

in %

Zeitstrahl

Einstele

Zeit in Tage

2.1.2.2 BERECHNUNG DER "ABHÄNGIGEN METEOROLOGISCHEN GRÖSSEN".

Die abhängigen meteorologischen Größen lassen sich wiederum in drei Gruppen einteilen.

Die erste Gruppe bilden Zusammenfassungen verschiedener Elemente. Gemeint sind die Äquivalenttemperatur, berechnet nach der Formel: Lufttemperatur trocken + 2 x Dampfdruck = Äquivalenttemperatur, sowie das Produkt (Lufttemperatur trocken x Lufttemperatur feucht), das im folgenden Effektivtemperatur genannt wird, obwohl es weder der Dimension noch der Größenordnung nach der "effektiven Temperatur" des angelsächsischen Schrifttums entspricht. Der Name ist dennoch gerechtfertigt, denn diese Größe entspricht inhaltlich der effektiven Temperatur bei Windstille. Diese komplexen Größen, Äquivalenttemperatur und effektive Temperatur, wurden neben den verschiedenen Abkühlungsgrößen in der Medizinmeteorologie eingeführt, um mit einer einzigen Größe Behaglichkeitsbereiche und Schwülegrenzen beschreiben zu können (vergl. BRADKE u. LIESE, BAUR, BÜTTNER, HEIGEL). Die Formel für die Äquivalenttemperatur entnahm ich der Arbeit von HEIGEL.

Die zweite Gruppe umfaßt Werte, die den zeitlichen Ablauf der Witterung berücksichtigen. Als Ursache der Wetterbeschwerden wird heute vielfach eine Störung der 24-Stunden-Rhythmik angenommen. Vergleiche dazu BECKER und SPRÖDER im Handbuch für Bäder- und Klimaheilkunde. Diese Rhythmusänderung kann verursacht werden durch kurzfristige Veränderungen im Sinne eines Wetterumschlags oder während länger anhaltender Wetterzustände durch Unterdrückung des normalen Tagesganges. Ebenso ist zu vermuten, daß eine gleichbleibende Witterung, die über längere Zeit auf den Organismus wirkt, den biologischen Tagesrhythmus einpendelt läßt, und eine dann folgende Wetteränderung die Befindensstörungen auslöst. Aus diesen Gründen wurde auf die meteorologische Vorgeschichte besonderen Wert gelegt. So wurde neben den Vortagswerten ein besonderes, eigens berechnetes gleitendes Siebentagemittel der meteorologischen Einzelergebnisse berücksichtigt. Dabei wurde sowohl die Dauer von sieben Tagen als auch das Maß des Abklingens willkürlich gewählt. Die Formel

dieses gleitenden Siebentagemittels lautet:

$$\text{Wert}_{\text{Tag } n} = (7x \text{Wert}_{\text{Tag } n-1} + 6x \text{Wert}_{\text{Tag } n-2} + 5x \text{Wert}_{\text{Tag } n-3} \\ + 4x \text{Wert}_{\text{Tag } n-4} + 3x \text{Wert}_{\text{Tag } n-5} + 2x \text{Wert}_{\text{Tag } n-6} \\ + 1x \text{Wert}_{\text{Tag } n-7}) / 28.$$

Dieses gleitende Mittel wurde, wie alle abhängigen Größen für die synoptischen Termine und Tageswerte getrennt berechnet. Ein gleitendes Mittel wurde unter der Vorstellung gewählt, das Vortagsgeschehen sei wesentlicher als das Wetter vor acht Tagen. Das gleitende Siebentagemittel beginnt mit dem Vortagswert, um auf diese Weise eine geeignete Änderungsgröße gegen den jeweiligen Stichtag bilden zu können.

Da zu erwarten war, daß der natürliche Jahresgang der meteorologischen Elemente, der bei einer so langen Untersuchung eingeschlossen ist, die Beziehung zwischen den täglichen Befindenswerten und den meteorologischen Daten verdecken würde, waren auch Daten nötig, in denen dieser Jahresgang nicht zum Tragen kommt. Diese Werte bilden die dritte Gruppe der abhängigen meteorologischen Größen. Es sind Differenzgrößen. Gemeint sind die Differenz aktueller Wert minus Vortagswert als aktuelle Differenz sowie die Differenz aktueller Wert minus gleitendes Siebentagemittel als mittelfristige Differenz. Die Differenz aktueller Wert minus langjähriges Mittel wurde ebenfalls, allerdings nur für wenige Größen, berechnet.

Die Berechnung der abhängigen meteorologischen Größen erfolgte mittels eines eigenen FORTRAN-Programmes.

2.2 STATISTISCHE METHODIK.

2.2.1 BEZIEHUNG ZWISCHEN WETTERPHASEN UND BEFINDENSWERTEN.

2.2.1.1 AUFBEREITUNG DER WETTERPHASENFOLGE.

Eine bereits anerkannte Methode der Klassifizierung des dynamischen Wettergeschehens bilden die Wetterphasen nach UNGEHEUER und BREZOWSKY. Beschreibung der Klassifikation findet man bei

UNGEHEUER, BREZOWSKY, ROSER-BLEY, KÜGLER und bei vielen anderen Autoren. Nach dieser Methode wurde bereits eine Vielzahl von medizinmeteorologischen Erkenntnissen gewonnen. Eine zusammenfassende Übersicht darüber bietet KÜGLER.

In dieser Arbeit werden die sechs Wetterphasen nach UNGEHEUER sowie die Wetterphase acht nach BREZOWSKY verwendet. Die Wetterphasen 3A, 3F und 6Z, die ebenfalls BREZOWSKY angegeben hat, wurden in der Regel nicht berücksichtigt, sondern der entsprechenden Hauptwetterphase zugeordnet, also 3A und 3F gleich 3, 6Z gleich 6.

Die einzelnen Wetterphasen sind wie folgt definiert:

Wetterphase 1 = mittleres Schönwetter

Wetterphase 2 = gesteigertes Schönwetter

Wetterphase 3A = übersteigertes Schönwetter durch Abgleiten

Wetterphase 3F = übersteigertes Schönwetter durch Föhn

Wetterphase 4 = aufkommender Wetterumschlag

Wetterphase 5 = Wetterumschlag

Wetterphase 6Z = vollzogener Wetterumschlag

Wetterphase 6 = Wetterberuhigung

Wetterphase 8 = mittleres Schönwetter mit Nebel oder Hochnebel

Wetterphase 2 trat während der gesamten Befragungsaktion nicht auf.

Ein besonderes Problem der Medizinmeteorologie besteht auch bei den Wetterphasen: Die Schwierigkeit der zeitlichen Koordinierung von meteorologischem und biologischem Geschehen. Daß dieses auch Anlaß zu statistischen Fehlschlüssen sein kann, zeigte bereits JESSEL. So mußten im Rahmen dieser Untersuchung die "Tageswerte" des Befindens mit den in ihrer Länge sehr wechselnden Wetterphasen in Beziehung gesetzt werden. So variierte z.B. die Dauer der Wetterphase 1 von zwei Stunden bis zu 6 1/2 Tagen. Ich versuchte, auf zwei Wegen diesem Problem gerecht zu werden. Das erste Bearbeitungsschema wurde gewählt, um, wenn auch mit vielen Vorbehalten, das Wetterphasenschema mit den meteorologischen Einzelementen zu den synoptischen Terminen vergleichen zu können, wie es bei den weiteren Berech-

nungen vorgesehen war. Bei diesem Schema ging ich folgendermaßen vor.

Jeder Tag wurde in drei Achtstundenperioden eingeteilt, und zwar so, daß die synoptischen Termine jeweils möglichst in der Periodenmitte lagen. Periode eins von 03.00 Uhr bis 10.00 Uhr ergab die Morgenwetterphase (synoptischer Termin 07.00 Uhr). Periode zwei von 10.00 Uhr bis 18.00 Uhr lieferte die Mittagswetterphase (synoptischer Termin 14.00 Uhr). Periode drei von 18.00 Uhr bis 03.00 Uhr des nächsten Tages ergab die Abendwetterphase (synoptischer Termin 21.00 Uhr).

Fielen in eine dieser Perioden mehr als eine Wetterphase, wurde die längste gewertet. War diese gleich der gewerteten der vorangegangenen oder folgenden Periode, was meist der Fall war, wurde die zweitlängste gewertet. So erhält man für jeden Termin eine Wetterphase, jedoch wird der Witterungsverlauf verzerrt. Diese Verzerrung dürfte nicht allzu groß sein, da während der gesamten Befragungsaktion maximal drei verschiedene Wetterphasen in einer Achtstundenperiode vorkamen. Um die Wirkung dieser Verzerrung besser abschätzen zu können, wurden die Wetterphasen zusätzlich nach folgendem zweiten Schema mit dem Befinden in Beziehung gesetzt:

Jeder Stunde eines Tages wurde der entsprechende Tages-Befindenswert und die aktuelle Wetterphase zugeordnet. Dieses Modell nenne ich stündliches Wetterphasenschema; es verzerrt die Befindenswerte.

2.2.1.2 AUFBEREITUNG DER BEFINDENSWERTE.

Um die Wetterphasen nach der TÖLZER Methode bearbeiten zu können, müssen die intervallskalierten Befindenswerte in sich ausschließende nominalskalierte Klassen eingeteilt werden. Diese Einteilung in Tage "guten" und "schlechten" Befindens führte ich derart durch, daß ich die Befindens-

werte in drei gleich große Gruppen einteilte. Für jede Beobachtungsperiode wurde bei dieser Art der Betrachtung die dem Befinden nach 33/100 besten und schlechtesten Tage getrennt bestimmt, um so saisonbedingte Befindensschwankungen zu eliminieren. Die verbleibenden Tage sind die mit indifferentem Befinden.

2.2.1.5 DIE BEARBEITUNG DER WETTERPHASEN NACH DER TÖLZER METHODE.

Die Prüfung der Beziehung Wetterphasen-Befinden erfolgte nach der TÖLZER Methode durch Vergleich des Erwartungswertes mit dem Beobachtungswert. Erwartungswahrscheinlichkeit p ist dabei die relative Häufigkeit der stündlichen bzw. der Morgenwetterphasen bezogen auf den gesamten Befragungszeitraum. Erwartungswahrscheinlichkeit mal Anzahl der Stunden bzw. Tage der entsprechenden Befindensklasse im Befragungszeitraum ergibt den tatsächlichen Erwartungswert. Der Beobachtungswert ist die Anzahl der Stunden bzw. Tage, die eine Wetterphase in der entsprechenden Befindensklasse tatsächlich beobachtet wurde.

Nach der Formel von BERNOULLI, wie sie etwa JESSEL oder BREZOWSKY angeben, wurde auf dem 3s-Niveau untersucht, ob sich der Erwartungswert vom Beobachtungswert unterscheidet. Die Differenz zwischen Erwartungswert und Beobachtungswert bildet die sogenannte Abweichung. Sie wird als Differenz zweier relativen Häufigkeiten als Prozentwert in ihrer Beziehung zu den Wetterphasen graphisch dargestellt. Zur Arbeitersparnis wurde auf die Berechnung der Beziehung Befinden gegen Mittags- bzw. Abendwetterphase verzichtet, da die Darstellung der Häufigkeitshistogramme (s.u.) ergab, daß die Morgenwetterphase die beste Übereinstimmung mit dem Befinden zeigte.

2.2.2.1 ZUR BERECHNUNG DER HÄUFIGKEITSHISTOGRAMME.

Wie bereits eingangs geschrieben, ließ nur der Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung erwarten, die große Zahl der meteorologischen Einzelfaktoren biometeorologisch bearbeiten zu können. So schreibt noch STOLLREITHER: "Die Vielzahl der meteorologischen Elemente ließ es von vornherein abwegig erscheinen, das biologische Material mit jeder einzelnen dieser Größen zu vergleichen, zumal aus anderen medizinmeteorologischen Untersuchungen die Annahme sehr wahrscheinlich gemacht wird, daß eine enge Korrelation zwischen einem biologischen Vorgang und einer einfachen meteorologischen Größe nicht zu erwarten ist."

Um eine Vorstellung vom Rechenumfang bei manueller Bearbeitung zu geben, sei daran erinnert, daß von den Klimakarten 36 Einzelmessungen und 9 Tageswerte berücksichtigt wurden. Daraus ergeben sich bei 105 Tagen bereits 4725 Differenzen zum Vortag. Ebenso mußten 4725 gleitende Siebentagemittel und 4725 Differenzen des aktuellen Wertes dazu berechnet werden. Und dies allein für die Größen der Klimakarten. Während dies noch von Hand zu rechnen wäre, so wäre die Berechnung der Häufigkeitshistogramme von rund 300 Variablen in 105 Tagen auf die Befindenswerte ohne elektronische Datenverarbeitung nicht mehr sinnvoll.

Bevor die Häufigkeitshistogramme berechnet werden konnten, war zu prüfen, ob die Tagesdurchschnitte der Befindensangaben als Zufallsstichproben aus der Gesamtheit aller verwerteten Antworten aufgefaßt werden könnten. DIRNAGL führte diese Prüfung durch und konnte zeigen, daß diese Nullhypothese über die Befindensschwankungen, deren Extreme sich wie 1:2 verhalten, verworfen werden muß (vergl. DIRNAGL (6)).

Die Häufigkeitshistogramme berechnete ich mit dem Programm BMD07D aus der Sammlung "Biomedical Computer Programs" der University of California USA, herausgegeben von DIXON, in einer gekürzten Version des Instituts für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München. Dieses

für IBM-Computer geschaffene Programm mußte von mir derartig umgearbeitet werden, daß es auf der Telefunken TR440 des LEIBNITZ-Rechenzentrums München der Bayer. Akademie der Wissenschaften verwendet werden konnte.

Aus technischen Gründen wurden für die Häufigkeitshistogramme nur die Befindenswerte als unabhängige Variable verwendet, jedoch nicht die meteorologischen Einzelelemente. Es erschien im Hinblick auf zu erwartende ähnliche Ergebnisse zu aufwendig, für jedes einzelne dieser vielen Wetterelemente geeignete Klassen zu bilden, auf die die Häufigkeiten hätten berechnet werden können. Für die Befindenswerte dagegen mußte diese Gruppeneinteilung nur einmal festgelegt werden. Ich wählte sieben Gruppen zu je 15 Tagen. So wurde eine Voraussetzung zur effizienten statistischen Prüfung dieser Häufigkeitsverteilungen erfüllt. alle Häufigkeitsklassen wurden gleichmäßig besetzt.

2.2.2.2 DIE STATISTISCHE PRÜFUNG DER HÄUFIGKEITSHISTOGRAMME.

Die Prüfgrößen zur statistischen Prüfung der Häufigkeitsverteilungen liefert das Programm BMD07D ebenfalls. Für jedes Histogramm wird neben den verschiedenen Charakteristika der einzelnen Klassen auch die Varianz zwischen und innerhalb der Klassen berechnet und die dazu gehörenden Freiheitsgrade sowie als Prüfgröße für den F-Test nach FISHER (vergl. DOCUMENTA GEIGY, WEBER, SACHS) der Quotient aus diesen beiden Varianzen. So kann mit dem F-Test geprüft werden, ob die Spaltenmittelwerte überzufällig differieren. Diese Prüfung wurde auf dem 1%-Niveau durchgeführt, d.h., die Wahrscheinlichkeit, irrtümlich anzunehmen, die Spaltenmittelwerte würden differieren, beträgt bei einem F-Wert, der größer als der entsprechende Tafelwert ist, 0.01.

Abb.3 zeigt ein Muster der Häufigkeitshistogramme, wie sie das Programm BMD07D ausdruckt.

Handwritten text: ...

17342/ CAR-LEW-IR,AGL

61C LIZ TR44C

08.10.21MV9.31 SEITE

67

VAVV 3901XV 45 (TMN=7T)

(PRINTED INTERVAL DESIGNATIONS ARE
LOWER LIMITS OF CLASS INTERVALS)

GROUP 1 GROUP 2 GROUP 3 GROUP 4 GROUP 5 GROUP 6 GROUP 7

TABLE 1. TITLES AND CATEGORIES WHICH FOLLOW EXCLUDE SPECIAL VALUES

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840.

0.000
0.000
0.000
0.000
0.000
0.000
0.000

[illegible]

24.33
 25.54
 16.

| | | |
|--------|----------------|--------|
| 12.533 | 4.400 | 33.333 |
| 22.881 | 18.566 | 30.006 |
| 15. | 15. | 15. |
| | SUM OF SQUARES | DF |

U.S. AIR FORCE (SPECIAL VAL EXCLUDED)

3.150
32.254
18.000
-38.000

| | |
|-----------|-------------|
| RET + FEN | 36536.7619 |
| WITHIN | 77658.8000 |
| TOTAL | 114195.5619 |

| DF | MEAN SQUARE | F RATIO |
|-----|-------------|---------|
| 6 | 5089.4603 | 6.4225 |
| 98 | 792.4367 | |
| 104 | | |

2.2.3 METHODISCHE GRUNDLAGEN DER REGRESSIONSANALYSE.

2.2.3.1 AUSWAHL DER BERÜCKSICHTIGTEN VARIABLEN.

Nach den Häufigkeitshistogrammen wurden unter Berücksichtigung des F-Wertes und der geschätzten Linearität die Größen ausgesucht, die in einer multiplen Regressionsrechnung zur analytischen Darstellung der Befindenswerte verwandt werden sollten. Denn es erschien abwegig, mit 300 Variablen diese Regressionsrechnung durchzuführen. Die Häufigkeitshistogramme waren von Anfang an als Auswahlkriterium geplant gewesen. Neben den besonders gut korrelierenden Größen wurden in geringer Zahl auch solche ausgesucht, deren Ergebnis in der Regressionsrechnung Aufschluß über bestimmte Gruppen von Wetterelementen zu geben versprach. So kann man Wolkenmenge, Sonnenscheindauer und Wolkendichte als "Beleuchtungsparameter" mit einem vermutlich direkten Einfluß auf die Psyche sehen. Nord-Süd-Komponente der Windrichtung, mittlere tägliche Windstärke sind "Windgrößen", Luftdruck, langjähriges tägliches Temperaturmittel und die Dummyvariablen "Juni" und "Herbst" Parameter für den Jahresgang. Der Luftdruck wurde in diese Gruppe eingereiht, da bereits die graphische Darstellung nach der Zeit einen Jahresgang, wie ihn das Temperaturmittel zeigt, erkennen ließ. Dummyvariable sind Variable, die nur zwei Werte annehmen können: z.B. null und eins, entsprechend der logischen Funktion wahr und falsch.

Dampfdruck minus langjähriges Mittel, Dampfdruck minus gleitendes Siebentagemittel und Dampfdruck minus Vortagswert wurden in die Regressionsrechnung aufgenommen, um eine Aussage zu erhalten, welche Differenzbildung ergiebiger ist. Wegen besonders hohem F-Wert wurde als Temperaturgröße das Tagesminimum minus gleitendes Siebentagemittel und als weitere Feuchtigkeitsgröße die relative Feuchte zum Termin eins in die multiple Regressionsrechnung aufgenommen.

2.2.3.2 DAS ZUR REGRESSIONSANALYSE VERWENDETE PROGRAMM.

Die Voraussetzungen und die Interpretation der linearen

Regression werden in der Diskussion erörtert werden. Die Regressionsanalyse wurde als lineare, stufenweise Regression mit dem Programm BMD02R aus der Sammlung von DIXON (vergl.oben) im Rechenzentrum des MPI für Plasma-physik in Garching durchgeführt. Lineare Regression bedeutet, daß durch Rechnung eine geeignete Ausgleichsgerade gesucht wird, die die stochastische Beziehung zwischen zwei Größen beschreibt. Mit der multiplen Regression ist es möglich, mehrere unabhängige Variable auf diese Art mit einer dritten Größe, der zu schätzenden oder abhängigen Variablen, in Beziehung zu setzen. Stufenweise bedeutet, daß das Programm Schritt für Schritt die nächste geeignete unabhängige Variable in die Rechnung aufnimmt. Geeignet heißt dabei, daß diese Variable einen möglichst großen Teil der Gesamtvarianz der geschätzten Größe, das sind in meinem Fall die Befindenswerte, zu "erklären" oder zu synthetisieren erlaubt.

2.2.3.3 STATISTISCHE PRÜFUNG DER REGRESSIONSANALYSE.

Das Programm BMD02R liefert, ähnlich wie das der Häufigkeitshistogramme, auch die notwendigen Informationen zur statistischen Prüfung der Regressionsanalyse. Da ist erstens die Matrix der Korrelationskoeffizienten, aus der man die gegenseitige Beeinflussung aller dem Programm angebotener Variablen grob schätzen kann. Bekanntlich bedeutet dabei ein Korrelationskoeffizient von +1 oder -1 eine strenge Korrelation, während die Beziehung zwischen den Variablen immer loser wird, je mehr sich der Korrelationskoeffizient dem Wert null nähert. Die Korrelationskoeffizienten zu den Befindenswerten sind im Ergebnisteil angegeben.

Daneben wird bei jedem Rechenschritt als Prüfgröße für den F-Test der Quotient (Varianz bedingt durch die Regression) dividiert durch (Varianz bedingt durch die "Residuen") bestimmt. "Residuen" sind die Differenzen tatsächlich beobachteter Befindenswert minus geschätzter Befindenswert. Dieser F-Wert wird gleichzeitig auch für alle noch nicht in der Gleichung enthaltenen Variablen berechnet, so als wären

sie als nächste Variable in die Rechnung aufgenommen worden. Die Variable, die so den höchsten F-Wert erhält, wird dann tatsächlich in die Rechnung aufgenommen, und der nächste Rechenschritt beginnt. Eine Aufsummierung der Rechenschritte der Regressionsanalyse, wie sie das Programm erstellt, ist im Ergebnisteil abgedruckt, dort findet man auch die multiplen Korrelationskoeffizienten, aus ihrer Größe kann man abschätzen, welchen Einfluß die bereits in der Rechnung befindlichen Größen auf die Befindenswerte haben. Wichtiger ist das Quadrat des multiplen Korrelationskoeffizienten, das sogenannte Bestimmtheitsmaß. Dieses Bestimmtheitsmaß gibt an, welcher Teil der Gesamtstreuung der Befindens- bzw. Schlafwerte in der Regression enthalten ist. Dafür sagt man auch, dieser Teil der Varianz werde durch die Regressionsrechnung "erklärt". Hierbei gilt natürlich wieder, daß ein Bestimmtheitsmaß gegen eins (oder 100%) eine enge stochastische Beziehung, eins gegen null dagegen stochastisch keine Wechselwirkung erkennen läßt.

Eine zweite Möglichkeit der statistischen Prüfung der Regressionsanalyse ermöglichen die bereits erwähnten Residuen. Mit ihnen kann man vor allem untersuchen, ob die Voraussetzungen für die Regressionsrechnung hinreichend erfüllt sind. Diese Prüfung geschieht graphisch, indem man die Residuen als Funktion der interessierenden Variablen darstellt (vergl. DRAPER und SMITH). Diese Graphiken plottet das Programm für die in die Rechnung aufgenommenen Größen. Bei dieser Darstellung sollten sich die Residuen im Idealfall bandförmig um die Abszisse anordnen, d.h., sie sollten unabhängig von der entsprechenden Ausgangsvariablen sein. Die wichtigste derartige Funktion ist die der Residuen auf die zu schätzende Größe. Bei mir zeigte die Darstellung der Residuen als Funktion der Befindenswerte einen Trend derart, daß, je größer die Befindenswerte wurden, um so größer wurden auch die Residuen. Dies bedeutet, daß die Beziehung Befinden-meteorologische Größen auch einen nichtlinearen, in dieser Regressionsrechnung entsprechend nicht berücksichtigten Anteil enthält.

Die in dieser Rechnung verwendeten Größen können also nicht alle Änderungen des Befindens des befragten Kollektivs "erklären". Daß das menschliche Befinden jedoch nur von meteorologischen Größen abhängig sei, wird niemand erwarten.

Die Darstellung der Residuen als Funktion der meteorologischen Größen zeigte die oben erwähnte Bandform. Man kann also die Beziehung zwischen den Befindenswerten und den meteorologischen Größen als genügend linear ansehen. Das Programm bestätigt damit eine Voraussetzung der linearen Regressionsrechnung.

Mit den Residuen prüfte ich auch, ob die bei der Berechnung der Befindenswerte vorgenommene Korrektur des Wochengangs einen Einfluß auf die Regressionsrechnung hatte. Die Aufsummierung der Residuen nach den einzelnen Wochentagen zeigte jedoch keine Unterschiede.

3 ERGEBNISSE

3.1 ERGEBNISSE DER WETTERPHASENANALYSE.

3.1.1 BEZIEHUNG BEFINDEN - WETTERPHASEN.

Die Berechnungen nach der BERNOULLI'schen Formel sind für die stündliche Wetterphase und die Morgenwetterphase für die einzelnen Befindensgruppen in Tabelle 1 aufgeführt. Das Ergebnis für schlechte Tage zeigt Abbildung 4 a und b. Wie aus der Darstellung ersichtlich, zeigen stündliche Wetterphase und Morgenwetterphase die gleiche Tendenz. Die statistische Bearbeitung brachte jedoch Unterschiede. Bei der Methode der Morgenwetterphase zeigte nur die Wetterphase 4 ein überzufälliges Differieren vom Erwartungswert, bei den stündlichen Wetterphasen dagegen Wetterphase 3, 4 und 6. Entsprechend zeigen die Abbildungen 5 a und b sowie 6 die Verhältnisse bei guten und indifferenten Tagesbefinden. Hier zeigte allerdings die Morgenwetterphase keine signifikanten Differenzen vom Erwartungswert, die stündlichen Wetterphasen nur in Wetterphase 1, 3, 6 und 8 bei den Tagen guten Befindens.

Die Aufgliederung der Wetterphasen 3 und 6 wurde für die stündlichen Wetterphasen nachträglich berücksichtigt, als sich die Bedeutung der Wetterphase 3 zeigte. Wie man aus Abbildung 7 ersieht, gehen die schlechten Befindenstage vor allem zu Lasten der Wetterphase 2F, aber auch bei Wetterphase 3A ist die Häufung schlechter Tage als überzufällig anzusehen. Ebenfalls nicht mehr als Zufall anzusehen ist die geringe Anzahl guter Tage bei Wetterphase 3A und 3F.

Die Aufgliederung der Wetterphase 6 zeigte dagegen ein divergentes Verhalten dieser Wetterphase. So zeigt bei Tagen schlechten Befindens die Wetterphase 6 einen signifikanten, die Wetterphase 6Z jedoch keinen Unterschied zum Erwartungswert. Bei den guten Tagen dagegen zeigt die Wetterphase 6Z den überzufälligen Unterschied, während die Wetterphase 6 im Bereich des Erwartungswertes liegt.

3.1.2 ZUR DESKRIPTIVEN STATISTIK DER WETTERPHASEN.

Ein allgemeines Problem der Medizinmeteorologie wird auch bei der deskriptiven Statistik der Wetterphasen offenkundig. Die Wetterphasen sind kein Kriterium, mit dem ein biotrop günstiger Tag eindeutig von einem biotrop ungünstigen Tag unterschieden werden kann. Wie Tabelle 2 zeigt, sind bei allen drei Befindenskategorien alle Wetterphasen aufgetreten, wenn auch in verschiedener Häufigkeit. Dies deckt sich mit allen nach der Tölzer Methode durchgeführten Arbeiten. Die Verteilung der Wetterphasen auf die Beobachtungsperiode zeigt Tabelle 3. Wie diesen Tabellen zu entnehmen ist, benachteiligt das erste Rechenschema, das der Morgenwetterphasen, vor allem die kurzen Wetterphasen. Dies war auf Grund der Rechenvorschrift zu erwarten. Die verschiedene Dauer der Wetterphasen wäre es meines Erachtens wert, in einer eigenen Studie untersucht zu werden. So zeigte die Darstellung der Wetterphasenlänge in Beziehung zum Befinden im Rahmen dieser Befragungsaktion eine, wenn auch nicht zu sichernde Beziehung derart, daß bei gutem Befinden Wetterphasen aller Längen vorkamen, während bei schlechtem Befinden praktisch nur kurze Wetterphasen vorkamen.

3.2 ERGEBNISSE DER HÄUFIGKEITSHISTOGRAMME.

Die Größen, die als aktuelle Werte, als Vortagswerte, als Siebentagemittel oder als Differenzen zu diesen Werten bei den Häufigkeitshistogrammen F-Werte gezeigt hatten, die über dem entsprechenden Tafelwert für die Irrtumswahrscheinlichkeit 0.01 (DOCUMENTA GEIGY) lagen, sind in Tabelle 4 aufgeführt. Aus diesen Größen wurden durch subjektive Abschätzung der Linearität des Zusammenhangs mit den Befindenswerten die Variablen für die Regressionsrechnung gewählt. Auf eine Darstellung der übrigen Ergebnisse wird verzichtet, da die Häufigkeitshistogramme im Rahmen dieser Arbeit nur der Ermittlung dieser Variablen dienten. Die fünfzehn Variablen, die für die Regressionsrechnung ausgewählt wurden, sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

3.5 ERGEBNISSE DER REGRESSIONSRECHNUNG.

Die Korrelationskoeffizienten sind bei Tabelle 5 mitangegeben. Sie bilden eine Ergänzung zu den F-Werten der Häufigkeits-histogramme.

Die Auflistung der Rechenschritte der Regression, wie sie vom Programm erstellt wurde, zeigt Tabelle 6 für die Befindenswerte und die Schlafstörungen. Diese Tabelle enthält auch die Werte des multiplen Korrelationskoeffizienten und des Bestimmtheitsmaßes. Tabelle 7 zeigt das quantitative Ergebnis der ersten sechs Schritte der Regressionsrechnung zur Schätzung der Befindenswerte.

3.4 ABBILDUNGEN UND TABELLEN ZU DEN ERGEBNISSEN.

TABELLE 1

Vergleich von Erwartungswert mit Beobachtungswert nach der Formel von BERNOULLI, näheres siehe Text.

Berechnung des Erwartungswertes für die stündlichen Wetterphasen (816 Std. = $\frac{1}{3}$ der Beobachtungsperiode).

| WPh | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|----------|
| Stunden | 994 | 276 | 256 | 160 | 669 | 165 | / 2520 * |
| p | 0.39 | 0.10 | 0.10 | 0.06 | 0.26 | 0.06 | |
| 1-p = q | 0.61 | 0.90 | 0.90 | 0.94 | 0.74 | 0.94 | |
| 816xp=E | 318 | 82 | 82 | 49 | 212 | 49 | |
| Exq = s ² | 194 | 74 | 74 | 46 | 157 | 46 | |
| s | 14 | 8.6 | 8.6 | 6.8 | 12.6 | 6.8 | |
| 3 s | 42 | 25.8 | 25.8 | 20.4 | 37.8 | 20.4 | |

* 105 Tage = 2520 Stunden

Stündliche Wetterphasen, Tage schlechten Befindens.

| WPh | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
|-------|-----|------------|-----------|------|-----------|------|
| E* | 318 | 82 | 82 | 49 | 212 | 49 |
| B | 277 | 188 | 119 | 58 | 144 | 30 |
| /B-E/ | 41 | <u>106</u> | <u>37</u> | 9 | <u>68</u> | 19 |
| 3 s* | 42 | 25.8 | 25.8 | 20.4 | 37.8 | 20.4 |

* Berechnung siehe oben.

Stündliche Wetterphasen, Tage guten Befindens.

| WPh | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
|-------|------------|-----------|------|------|-----------|-----------|
| E* | 318 | 82 | 82 | 49 | 212 | 49 |
| B | 433 | 38 | 69 | 29 | 165 | 82 |
| /B-E/ | <u>115</u> | <u>44</u> | 13 | 23 | <u>47</u> | <u>33</u> |
| 3 s* | 42 | 25.8 | 25.8 | 20.4 | 37.8 | 20.4 |

* Berechnung siehe oben

WPh = Wetterphase, E = Erwartungswert, p = Erwartungswahrscheinlichkeit, B = Beobachtungswert (E und B in Stunden).

TABELLE 1 (Fortsetzung).

Morgenwetterphase, Tage schlechten Befindens.
(34 Tage von 105 Tagen)

| | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| WPh | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
| Tage | 39 | 13 | 4 | 10 | 29 | 10 |
| p | 0.37 | 0.12 | 0.04 | 0.1 | 0.28 | 0.1 |
| 1-p = q | 0.63 | 0.88 | 0.96 | 0.9 | 0.72 | 0.9 |
| 34x p = E | 12 | 4 | 1.3 | 3.4 | 9.5 | 3.4 |
| Exq = s* | 7.5 | 3.5 | 1.25 | 3.06 | 6.8 | 3.06 |
| s | 2.7 | 1.88 | 1.12 | 1.75 | 2.6 | 1.75 |
| 3s | 8.1 | 5.64 | 3.36 | 5.25 | 7.8 | 5.25 |
| B | 10 | 11 | 2 | 2 | 7 | 2 |
| /B-E/ | 2 | 2 | 0.7 | 1.4 | 2.5 | 1.4 |

Morgenwetterphase, Tage guten Befindens.
(34 Tage)

| | | | | | | |
|-------|-----|-----|------|------|-----|------|
| WPh | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
| E* | 12 | 4 | 1.3 | 3.4 | 9.5 | 3.4 |
| B | 18 | 1 | 1 | 1 | 8 | 5 |
| /B-E/ | 6 | 3 | 0.3 | 2.4 | 1.5 | 1.6 |
| 3s* | 8.1 | 5.6 | 3.36 | 5.25 | 7.8 | 5.25 |

* Berechnung siehe oben.

Morgenwetterphase, Tage durchschnittlichen Befindens.
(37 Tage)

| | | | | | | |
|-----------------------|------|-----|------|-----|------|-----|
| WPh | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
| E=p*x37 | 13.7 | 4.5 | 1.5 | 3.7 | 10.5 | 3.7 |
| Exq* = s ² | 8.6 | 3.9 | 1.45 | 3.3 | 7.5 | 3.3 |
| s | 2.9 | 2.0 | 1.2 | 1.8 | 2.7 | 1.8 |
| 3s | 8.7 | 6.0 | 3.6 | 5.4 | 8.1 | 5.4 |
| B | 11 | 1 | 1 | 7 | 14 | 3 |
| /B-E/ | 2.7 | 3.5 | 0.5 | 3.3 | 3.5 | 0.7 |

* Berechnung siehe oben, E = Erwartungswert in Tagen,
B = Beobachtungswert in Tagen.

TABELLE 11

Prozentuale Häufigkeiten der stündlichen Wetterphasen (S)
und der Morgenwetterphase (M) auf die Befindensklassen.

| WPh | B e f i n d e n | | | |
|-----|-----------------|--------|----------|---|
| | gut | normal | schlecht | |
| 1 S | 43.5 | 28.5 | 28.0 | % |
| M | 46.2 | 28.2 | 25.6 | % |
| 3 S | 14.0 | 18.0 | 66.0 | % |
| M | 7.5 | 7.5 | 85.0 | % |
| 4 S | 27.0 | 26.5 | 46.5 | % |
| M | 25.0 | 25.0 | 50.0 | % |
| 5 S | 18.3 | 45.5 | 36.2 | % |
| M | 10.0 | 70.0 | 20.0 | % |
| 6 S | 24.4 | 54.0 | 21.6 | % |
| M | 27.4 | 48.4 | 24.2 | % |
| 8 S | 50.0 | 32.0 | 18.0 | % |
| M | 50.0 | 30.0 | 20.0 | % |

WPh = Wetterphase.

TABELLE 5

Mittlere Dauer der Stündlichen Wetterphasen in Stunden.

| WPh | Gesamtdauer* | /Anzahl | mittlere Dauer* |
|-------|--------------|---------|-----------------|
| 1 | 994 | 36 | 27.6 |
| 3 | 276 | 23 | 12.0 |
| 4 | 256 | 26 | 9.8 |
| 5 | 160 | 22 | 7.3 |
| 6 | 669 | 24 | 27.9 |
| 8 | 165 | 8 | 20.6 |
| ----- | | | |
| 1 - 8 | 2520 | 139 | 18.1 |

* in Stunden.

TABELLE 4

Auflistung der Variablen, deren F-Wert bei der Berechnung der Häufigkeitshistogramme größer oder gleich 3 war.

($F(p=0.01, v_1=6, v_2=98) = 3.0$).

| GRÖSSE | TAGESWERT | | 7T-MITTEL | | W- 7TM | | W - VT | | VT | |
|--------|-----------|---|-----------|---|--------|---|--------|---|------|---|
| | F | T | F | T | F | T | F | T | F | T |
| RF 1 | 4.23 | ▲ | | | 3.74 | ▶ | 4.78 | ▶ | | |
| RF 3 | 3.71 | ▲ | | | | | 3.22 | ▶ | | |
| DP 1 | | | 4.01 | ▲ | 5.74 | ▶ | 3.80 | ▶ | 3.07 | ▶ |
| DP 2 | | | | | 4.13 | ▶ | | | | |
| DP 3 | | | 3.62 | ▲ | | | | | | |
| AT 1 | | | 4.07 | ▲ | 7.62 | ▶ | 7.19 | ▶ | | |
| AT 2 | | | 3.16 | ▲ | 4.43 | ▶ | 5.50 | ▶ | | |
| AT 3 | | | 3.51 | ▲ | 4.16 | ▶ | 5.73 | ▶ | | |
| ET 1 | | | 3.57 | ▲ | 5.46 | ▶ | 5.21 | ▶ | | |
| ET 2 | | | 3.06 | ▲ | | | 3.45 | ▶ | | |
| ET 3 | | | 3.26 | ▲ | | | 3.85 | ▶ | | |
| TMX | | | 3.15 | ▲ | 4.20 | ▶ | | | | |
| TMN | | | 4.25 | ▲ | 10.08 | ▶ | 5.16 | ▶ | | |
| TT 1 | | | 3.99 | ▲ | 8.70 | ▶ | 4.36 | ▶ | | |
| TT 2 | | | 3.08 | ▲ | | | | | | |
| TT 3 | | | 3.27 | ▲ | 5.52 | ▶ | | | | |
| TT M | | | 3.44 | ▲ | 7.04 | ▶ | | | | |
| TF 1 | | | 4.15 | ▲ | 7.76 | ▶ | 4.67 | ▶ | | |
| TF 2 | | | 3.15 | ▲ | 4.70 | ▶ | | | | |
| TF 3 | | | 3.56 | ▲ | 4.68 | ▶ | | | | |
| F 1 | 3.73 | ▶ | 3.09 | ▶ | | | | | | |
| F 2 | 4.64 | ▶ | | | 3.50 | ▶ | | | | |
| F 3 | 3.79 | ▶ | | | | | | | | |
| F M | 5.94 | ▶ | | | 3.65 | ▶ | | | | |
| VS 2 | | | 3.53 | ▲ | | | | | | |
| VS 3 | 3.15 | ▶ | | | | | | | | |
| VC 1 | | | 3.22 | ▲ | | | | | | |
| VC 2 | 4.70 | ▶ | 3.21 | ▲ | | | | | | |
| VC 3 | | | 3.10 | ▲ | | | | | | |

TABELLE 4 (Fortsetzung)

| GRÖSSE | TAGESWERT | | 7T-MITTEL | | W - 7TM | | W - VT | | VT | |
|--------|-----------|---|-----------|---|---------|---|--------|---|------|---|
| | F | T | F | T | F | T | F | T | F | T |
| FS 2 | 6.32 | ➤ | 3.50 | | | | | | | |
| FS 3 | 3.50 | ➤ | | | | | | | | |
| FC 1 | | | 5.56 | | | | | | | |
| FC 3 | 4.36 | ➤ | | | | | | | | |
| NN 2 | 4.86 | ➤ | | | | | | | | |
| NN 3 | 3.05 | ➤ | 3.07 | ➤ | | | | | | |
| NN M | 5.24 | ➤ | | | | | | | | |
| WD 1 | 3.27 | ➤ | | | | | | | | |
| WD 3 | | | | | | | | | 3.74 | ➤ |
| SUN | 3.75 | ➤ | | | | | | | | |
| V 1 | 3.17 | ➤ | | | | | | | 4.49 | ➤ |
| V 2 | | | | | | | | | 3.12 | ➤ |

Abkürzungen:

RF = relative Feuchte
 AT = Äquivalenttemperatur
 TMX= Temperaturmaximum
 TT = Lufttemperatur, trocken

DP = Dampfdruck
 ET = Effektivtemperatur
 TMN= Temperaturminimum
 TF = Temperatur feuchtes Thermo-
 meter

F = Windstärke
 VC = Cosinus der Windrichtung
 FC = Cosinusvektor Wind
 WD = Wolkendichte
 V = Sichtweite

VS = Sinus der Windrichtung
 FS = Sinusvektor Wind
 NN = Bewölkungsmenge
 SUN= Sonnenscheindauer

1, 2, 3, M = Termin 1, 2, 3, Tageswert

W - 7TM = Tageswert minus gleitendes Siebentagemittel

W - VT = Tageswert minus Vortagswert

VT = Vortagswert

F = F-Wert

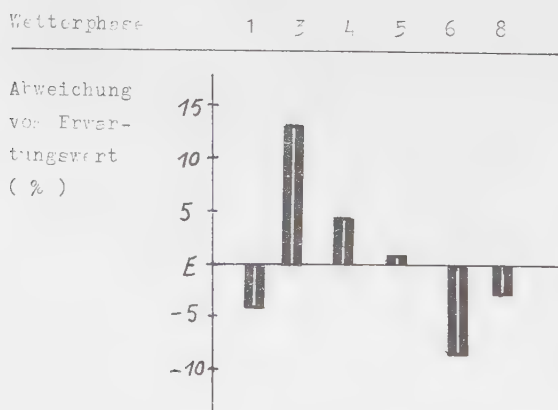
T = Tendenz, dabei bedeutet:

- hohe Werte bei schlechtem Befinden
- hohe Werte bei gutem Befinden
- hohe Werte bei gutem und schlechtem Befinden
- niedere Werte bei gutem und schlechtem Befinden

ABBILDUNG 4

Abweichung des Beobachtungswertes vom Erwartungswert an
Tagen schlechten Befindens.

A. Stündliche Wetterphasen.



B. Morgenwetterphase.

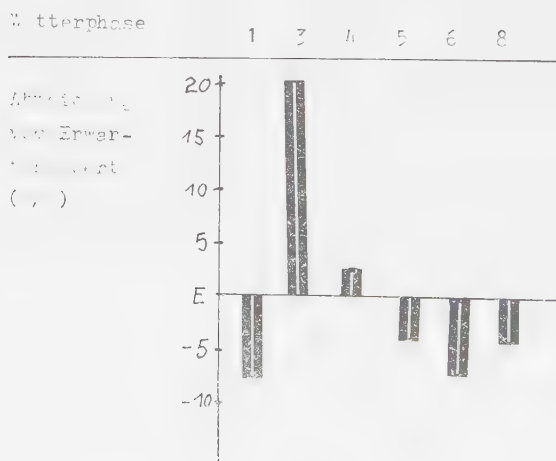
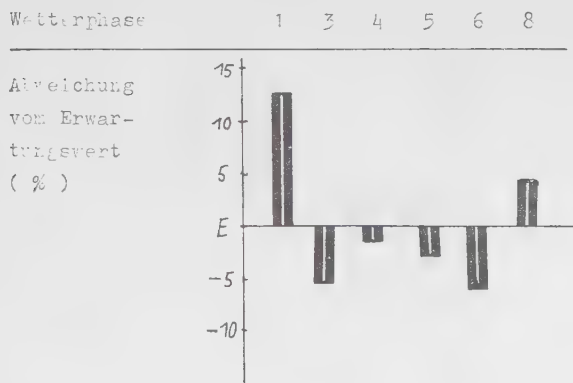


ABBILDUNG 5

Abweichung des Beobachtungswertes vom Erwartungswert an
Tagen guten Befindens.

A. Stündliche Wetterphase.



B. Morgenwetterphase.

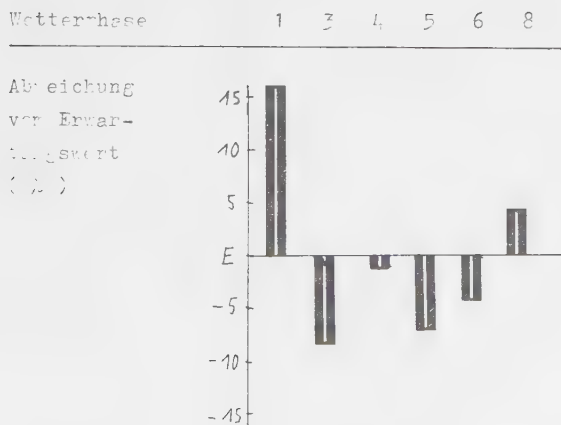


ABBILDUNG 6

Abweichung der Morgenwetterphase vom Erwartungswert an
Tagen durchschnittlichen Befindens.

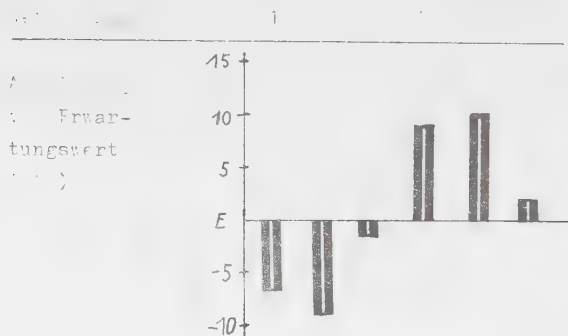


ABBILDUNG 7

Abweichung der Wetterphasen 5A, 5F, 6C und 6 vom Erwartungs-
wert.

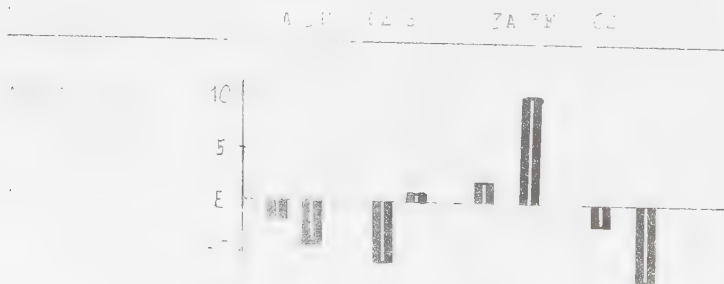


TABELLE 5

Auflistung der Variablen, die der Regressionsrechnung zur Schätzung von Befinden bzw. Schlafgüte angeboten wurden.

| GRÖSSE | KORRELATIONSKOEFFIZIENT | |
|-------------|-------------------------|------------------|
| | gegen Befinden | gegen Schlafgüte |
| Befinden | 1.000 | 0.850 |
| Schlafgüte | 0.850 | 1.000 |
| DJUNI | - 0.270 | - 0.183 |
| DHERBST | - 0.058 | - 0.085 |
| DP W - 7TM | 0.357 | 0.346 |
| TMP LJ | - 0.262 | - 0.227 |
| DP M - LJM | - 0.319 | - 0.253 |
| TMN W - 7TM | 0.580 | 0.492 |
| WPHL | - 0.143 | - 0.197 |
| DP 1 W - VT | 0.381 | 0.265 |
| FS 2 | - 0.406 | - 0.275 |
| LD 1 | - 0.262 | - 0.270 |
| RF 1 | - 0.323 | - 0.301 |
| F M | 0.396 | 0.299 |
| WD 1 | 0.134 | 0.162 |
| NN M | 0.348 | 0.303 |
| SUN | - 0.305 | - 0.233 |

Abkürzungen wie in Tabelle 4;

WPHL = Wetterhasenlänge

DJUNI = Dummyvariable Juni DHERBST = Dummyvariable Herbst

TMP LJ = langjähriges tägliches Temperaturmittel

LD = Luftdruck LJM = langjähriges Mittel

TABELLE 6

Rechenschritte der Regression.

A. Abhängige Variable: BEFINDEN.

| SCHRITT | VARIABLE
H A | KORRELATIONS-
KOEFFIZIENT | BESTIMMTHEITS-
MASS |
|---------|----------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1 | TMN W -7TM | 0.5802 | 0.3366 |
| 2 | DP W - LJM | 0.6589 | 0.4341 |
| 3 | RF 1 | 0.6898 | 0.4758 |
| 4 | DJUNI | 0.7173 | 0.5145 |
| 5 | DHERBST | 0.7366 | 0.5426 |
| 6 | DP W-7TM | 0.7365 | 0.5425 |
| 7 | LD 1 | 0.7445 | 0.5543 |
| 8 | DP 1 W - VT | 0.7506 | 0.5634 |
| 9 | F M | 0.7557 | 0.5711 |
| 10 | TMP LJ | 0.7604 | 0.5781 |

B. Abhängige Variable: SCHLAFGÜTE.

| SCHRITT | VARIABLE
H A | KORRELATIONS-
KOEFFIZIENT | BESTIMMTHEITS-
MASS |
|---------|----------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1 | TMN W - 7TM | 0.4921 | 0.2422 |
| 2 | DP M - LJM | 0.5507 | 0.3033 |
| 3 | RF 1 | 0.5864 | 0.3438 |
| 4 | WPHL | 0.6118 | 0.3743 |
| 5 | LD 1 | 0.6242 | 0.3897 |
| 6 | DJUNI | 0.6357 | 0.4041 |
| 7 | DP M-LJM | 0.6347 | 0.4031 |
| 8 | DHERBST | 0.6451 | 0.4161 |

Abkürzungen wie in Tabelle 5;

H = hinzugekommen

A = ausgeschieden

TABELLE 7
=====

Ergebnis der Schrittweisen Regression.

| GESCHÄTZTE
GRÖSSE | REGRESSIONS-
KOEFFIZIENT | STANDARD-
FEHLER | METEOROL.
GRÖSSE |
|----------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| - - - - - | - - - - - | - - - - - | - - - - - |
| Befindenswert = | 37.66 | | |
| (%) | + 0.798 | ± 0.10 | TMN W-7TM ($^{\circ}\text{C}$) |
| | - 5.64 | ± 0.99 | DJUNI |
| | - 2.41 | ± 0.88 | DHERBST |
| | - 0.13 | ± 0.03 | RF 1 (%) |

Abkürzungen wie in Tabelle 5.

4 DISKUSSION.

4.1 IST EINE BEFRAGUNG GELIGNET, DAS SUBJEKTIVE BEFINDEN ZU MESSEN?

4.1.1 DIE MESSGRÖSSE: DAS SUBJEKTIVE BEFINDEN.

In der Einleitung habe ich dargelegt, daß es das Ziel dieser Arbeit war, zu zeigen, ob zwischen bodennahen Wetterelementen und subjektivem Befinden des Menschen ein korrelationsstatistischer Zusammenhang besteht, und wenn ja, in welcher Form. Wie im methodischen Teil festgelegt, handelt es sich bei der dieser Arbeit zugrunde liegenden Befragungsaktion um eine experimentelle, prospektive Longitudinalstudie im Sinne der medizinsoziologischen Methodik (vergl. SCHAEFER). Experimentell kann man die Befragungsaktion nennen, da sie von vornherein mit dem Ziel geplant und durchgeführt wurde, die Wetterfühligkeit des Menschen zu untersuchen. Prospektiv ist die Studie, da ein im voraus definiertes Kollektiv, das der sogenannten besten Teilnehmer, über einen längeren Zeitraum mit Ausrichtung auf die Problemstellung untersucht wurde.

Als Grundlage der Befragungsaktion wurde davon ausgegangen, daß jeder Proband eine Empfindensskala für sein subjektives Befinden besitzt und daher beurteilen kann, ob er sich an einem Tag besser, gleich oder schlechter als gewöhnlich fühlt. Diese Voraussetzungen sind praktisch wesensgleich mit der Definition "subjektives Befinden".

Der Stimmungszustand "schlechter als sonst" wird nun, wie im methodischen Teil erläutert, zu relativen Häufigkeiten, zu den Befindenswerten, umgeformt. Ich gehe dabei modellmäßig davon aus, daß das Kollektiv bei gleichbleibender Belastung durch nicht-meteorologische Reize die "Reizschwelle" für subjektive Behaglichkeit als Reaktion auf das atmosphärische Geschehen ändert. Das Maß für diese Reizschwelle stellen dann die Befindenswerte dar. Dabei muß festgehalten werden, daß die Vorstellung, der nicht-meteorologische Reizstrom sei

konstant, auch bei kollektiver Betrachtung nur als grobe Arbeitshypothese gewertet werden kann. Auch die Reizverarbeitung unterliegt großen individuellen Schwankungen. Ein Problem aller biologischer Arbeit darf man also auch bei dieser Studie nicht vergessen: die große individuelle Schwankungsbreite und die Schwierigkeit einer Normierung biologischer Größen.

Variationsursachen von seiten des Untersuchers fallen im Rahmen dieser Arbeit kaum ins Gewicht, da nicht mit Interviewern gearbeitet wurde, sondern die anonyme Form des Fragebogens gewählt wurde.

Nachdem wir nun wissen, was - von biologischer Seite - überhaupt gemessen werden soll, können wir die Frage nach der Reliabilität der Befragungsaktion untersuchen, das heißt, wie reproduzierbar ist die Befragungsaktion? Nachdem die Frage sich auf einen aktuellen Zustand bezieht, der von einer nicht reproduzierbaren Größe, der Witterung, beeinflusst werden soll, ist ein echter re-test zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit nicht möglich. Dennoch sind drei Testmöglichkeiten gegeben. Erstens: die Teilung der Stichprobe in mehrere Teilstichproben. Dieses Verfahren ist jedoch nur sinnvoll, wenn dadurch nicht zu kleine Stichprobenumfänge entstehen. In meinem Fall müßte daher diese Teilung bereits vor Ermittlung der Befindenswerte geschehen. Entsprechende Daten standen mir nicht zur Verfügung. Die zweite Möglichkeit der Überprüfung besteht darin, das Ergebnis mit entsprechenden Ergebnissen ähnlicher Fragen zu vergleichen. Die dritte Möglichkeit besteht in der Untersuchung auf Trend, die ja einem re-test innerhalb der Studie entspricht. Von diesen beiden Möglichkeiten wurde Gebrauch gemacht.

Als Kontrollfrage kann man z.B. die Frage nach der Schlafgüte betrachten. Sie zeigte hohe lineare Korrelation zur Frage nach dem Befinden. Als Trenduntersuchungen wurden Häufigkeitshistogramme der Befindenswerte auf die Zeit sowohl für die Gesamtperiode als auch für die drei Befragungszeiträume berechnet. Hierbei konnte eine Korrelation zwischen Zeit und Befinden nicht festgestellt werden, weder nach durch-

nummerierten Tagen, noch nach monatlichen Kalendertagen. Obwohl also eine Reproduzierbarkeit der Befragungsergebnisse zu vermuten ist, möchte ich noch einmal unterstreichen, daß die auf der Befragungsaktion basierenden Ergebnisse, also auch die dieser Arbeit, nicht ohne weiteres auf andere Verhältnisse übertragen werden können.

4.1.2 ZUR MESSGENAUIGKEIT.

Die zweite wichtige Frage, die im Rahmen einer solchen medizinsoziologischen Studie beantwortet werden muß, ist die nach der Validität der Studie, das heißt, erfassen wir mit der Befragung auch das, was wir wissen wollen? Normalerweise wird als Antwort dazu angegeben, wie empfindlich und wie spezifisch eine Untersuchung im Verhältnis zu einer Standardmethode ist. Da mir eine derartige Referenzmethode, die das subjektive Befinden objektiv beschreibt, fehlt, können die Angaben hierzu nur hypothetischer Natur sein. Nur eine Bemerkung zum "Meßinstrument", den Fragebogen. "Wenn wir wissen wollen, wie die Menschen fühlen, was sie erleben und an was sie sich erinnern, welcher Art ihre Emotionen und Motive sind und welche Gründe für ihr Verhalten vorliegen, warum sie nicht fragen?" schreibt ALLPORT (zit. nach RUNDE). Mit anderen Worten, Fragen ist eine anerkannte soziologische Methode, subjektive Empfindungen des Menschen zu erfassen.

4.2 DISKUSSION DER WETTERPHASENANALYSE.

4.2.1 ZUR METHODIK.

Um die Problematik der Methodik und Ergebnisse der Wetterphasenanalyse geschlossen darstellen zu können, werden hier Überlegungen gebracht, die genauso gut erst im Kapitel über die Häufigkeitshistogramme stehen könnten. So wurde bei der Bearbeitung der meteorologischen Größen nach dem Wetterphasenschema von UNGEHEDER und BREZWOWSKY besonders deutlich, wie problematisch es ist, zwei dynamische Größen statistisch zu verknüpfen, wenn nur Meßergebnisse vorliegen, die zeitlich nicht korrelieren. Dies Problem gilt natürlich auch für

die meteorologischen Einzelelemente, nur wird es dadurch, daß ich mich wegen der leichten Zugänglichkeit auf die synoptischen Termine beschränkte, maskiert. Die ideale Lösung wäre, so viele Befindenswerte pro Zeit zu erheben, daß man die Funktion : Befindenswerte nach Zeit als stetig ansehen könnte, und diese Funktion dann mit der kontinuierlichen Aufzeichnung des Witterungsablaufes zu vergleichen. Aber man kann nicht erwarten, daß eine große Zahl von Probanden über Wochen halbstündig oder öfter über ihr Befinden Auskunft gibt. Dies wäre ohnehin nur eine Scheinlösung, denn die dauernde Beschäftigung mit dem eigenen Ich würde das Interesse schnell erlahmen lassen und seinerseits auf das Befinden zurückwirken.

Man ist also zu Kompromissen gezwungen. Wie erwähnt, bieten sich bei den meteorologischen Einzelelementen der Klimakarten die drei synoptischen Termine als internationale Standards an. Es blieb nur die Entscheidung offen, welcher Termin ist am geeignetsten? Auf der Stufe der Häufigkeitshistogramme ließ ich diese Frage unbeantwortet und berechnete die Häufigkeiten für die drei Termine jeder meteorologischen Größe getrennt auf das Befinden. Es zeigte sich, daß in der Regel der Morgenwetterwert am besten mit dem Befinden korrelierte. Die von mir gewählten Lösungen im Falle der Wetterphasen habe ich im methodischen Teil erläutert. Wie aus der Darstellung der Ergebnisse ersichtlich, lieferte bereits das erste Schema, das der Morgenwetterphase, fast genauso gute Ergebnisse wie die genauere, zweite Methode der Stundenwetterphase. Dabei stellt die Auswahl nur einer Wetterphase pro Tag eine sehr grobe Methode dar. Eng mit der zeitlichen Verknüpfung des Witterungsverlaufes und des Befindens verwandt ist das Problem der meteorologischen und biologischen Rhythmik. Hier zeigte sich, daß eine freiwillige Beschränkung ein Vorteil sein kann. Durch die Verwendung nur eines Befindenswertes pro Tag wird die circadiane Rhythmik des Befindens ausgeklammert. Durch den Vergleich mit nur einem meteorologischen Termin wird auch der tägliche meteorologische Rhythmus umgangen. Bei dieser Art der Auswertung medizinmeteorologischer

Daten ist natürlich die Beurteilung eines Einflusses der Tagesrhythmik generell nicht möglich. Schwerpunkt dieser Arbeit ist daher der mittelfristige Witterungsverlauf von etwa ein bis sieben Tagen Dauer in seiner Wirkung auf das subjektive Befinden.

4.2.2 ZU DEN ERGEBNISSEN DER WETTERPHASENANALYSE.

Trotz der Beschränkung auf die Witterung entsprechen die Ergebnisse denen anderer Untersucher. Auf Grund der reichhaltigen Literatur zum Wetterphasenschema nach der Tölzer Methode ergeben sich gute Vergleichsmöglichkeiten. Das wesentliche Ergebnis der Auswertung nach dem Wetterphasenschema ist, wie im Ergebnisteil gezeigt, das überzufällig häufige Vorkommen der Wetterphase drei an den Tagen mit schlechtem Befinden. Dies entspricht den in der Literatur mitgeteilten Ergebnissen. Grob kann man sagen, die Wetterphase drei tritt gehäuft auf bei psychisch bedingten oder beeinflussten Beschwerden, während bei echt somatischen Beschwerden und Erkrankungen Wetterphase vier überzufällig häufig zu finden ist. Folgende Arbeiten betonen z.B. ebenfalls die Bedeutung der Wetterphase drei bei psychischen Beschwerden. So konnte MÜCHER den negativen Einfluß dieser Wetterphase auf das Konzentrationsvermögen, und davon abhängig, auf die Zahl der Betriebsunfälle zeigen. UNGEHEUER erarbeitete unter anderem den Zusammenhang zwischen der subjektiven Beurteilung von Schülerleistungen durch den Lehrer und der Wetterphase drei. In einer statistischen Nachbearbeitung der Arbeit von Stollreither nach dem Wetterphasenschema konnte UNGEHEUER ebenfalls den negativen Einfluß der Wetterphase drei auf den Menschen zeigen (zit.n.KÜGLER). Zwei Arbeiten gehören ebenfalls in diese Reihe, obwohl sie die somatischen Beschwerden in den Mittelpunkt stellen. So berichtet SPANN (zit.n.KÜGLER) über die Häufung von Selbstmorden bei Wetterphase drei. LÜBKE (zit.n.KÜGLER) konnte zeigen, daß bei Wetterphase drei vermehrt Fälle von Parulis und Dentiti. difficilis zum Zahnarzt gelangen. Sowohl bei Suiziden als auch bei Zahnbeschwerden (Schmerz!) spielt die psychische Komponente

eine große Rolle.

Die Übereinstimmung meiner Ergebnisse mit der Literatur läßt sich, allerdings mit entsprechenden Vorbehalten, auch andersherum interpretieren. Diese Ergebnisgleichheit kann nämlich als Indiz dafür gewertet werden, daß die äußeren Umstände der Befragungsaktion günstig waren, diese Stichprobe paßt sich mosaikartig in bereits von anderen Autoren gewonnene Stichproben ein.

4.3 ZU DEN HÄUFIGKEITSHISTOGRAMMEN.

4.3.1 ZUR METHODIK.

Hier seien noch einmal einige Anmerkungen aus der methodischen Darstellung der Häufigkeitshistogramme erwähnt. Aus Arbeitsersparnis wurde eine Methode gesucht, bei der alle Daten, trotz unterschiedlicher Struktur, gleich behandelt werden konnten. So ist es z.B. sinnlos, die normale, 32-teilige Windrose numerisch mit intervallskalierten Größen wie der Temperatur zu vergleichen. Als Kompromiß wählte ich die Kombination einer optischen mit einer varianzanalytischen Methode, eben die Häufigkeitshistogramme. Diese Methode bevorzugt intervallskalierte Größen, nur für diese ist die Varianzanalyse optimal. Daher sind die entsprechenden Prüfquotienten für den F-Test bei Daten, die nur wenige Werte annehmen können, wie Wolkendichte, Inversion u.ä., nur bedingt auswertbar, das heißt, eine fehlende Signifikanz des F-Testes darf nicht als Beweis gedeutet werden, diese Größen zeigten keinen Einfluß auf das Befinden. Daß jedoch die Varianzanalyse von Häufigkeitsklassen ohne optische Kontrolle Anlaß zu statistischen Fehlinterpretationen sein kann, zeigt sehr deutlich KRIZ. Andererseits läßt die Varianzanalyse keine ordinale Interpretation zu, wie sie jedoch im Rahmen dieser Arbeit wünschenswert schien. Es interessierte ja auch, w e l c h e Änderung der jeweiligen meteorologischen Größe einen Einfluß auf das menschliche Befinden zeigt. Diese Interpretation gestatten optisch die Häufigkeitshistogramme. Mathematisch-statistisch erlaubt diese Interpretation die Regressionsanalyse. Sie erscheint jedoch nur bei wenigen unabhängigen Größen sinnvoll. Daher der Hauptzweck der Häufigkeitshistogramme als Auswahlkriterium geeigneter Variabler für die Regressionsrechnung.

4.5.2 ZU DEN ERGEBNISSEN DER HÄUFIGKEITSHISTOGRAMME.

Obwohl deRUDDER davor warnt, das atmosphärische Geschehen mit korrelationsstatistischen Methoden zu zergliedern, da auf Grund eines "solar-terrestischen Korrelationsnetzes" alle Wettervorgänge verbunden seien (zit. n. ROESER-BLEY), scheinen meine weiter oben dargelegten Ergebnisse der Häufigkeitshistogramme eine derartige Analyse nahezulegen. Auf die Notwendigkeit der Analyse des atmosphärischen Geschehens zur Synthese der biotropen Wetterwirkung in der Klimakammer habe ich bereits in der Einleitung hingewiesen.

Die meteorologischen Elemente, die bei dieser Untersuchung eine Korrelation zum menschlichen Befinden zeigten, kann man in zwei Gruppen einteilen. Erstens solche Größen, die durch ihren augenblicklichen Zustand auf das Befinden zu wirken scheinen, und zweitens solche, die mehr durch ihre Änderung als ihren absoluten Zahlenwert eine biotrope Wirkung entfalten. Der aktuelle Zustand ist wichtig bei der Morgenfeuchte, wobei auffällt, daß die Gruppe der extrem schlechten Tage sehr trockenen Tagen entsprechen, bei guten und indifferentem Befinden jedoch ein etwas feuchteres Milieu als angenehmer empfunden wird. Zu dieser Gruppe gehört auch die Windstärke, und zwar sowohl die momentane Windstärke als auch das tägliche Mittel, wobei gilt, je höher die Windstärke, umso schlechter das Befinden. Bei der Windrichtung fällt auf, daß bei den 15 Tagen mit schlechtestem Befinden (Gruppe 7) elfmal Südwind auftrat. Je größer die morgendliche Wolkendichte, die mittägliche Bewölkungsmenge und je kürzer die tägliche Sonnenscheindauer war, umso schlechter fühlte sich das befragte Kollektiv. Auffallend, je besser die Sichtweite, umso schlechter war das subjektive Befinden. Eine vorsichtige kausale Interpretation läßt eine Zweiteilung dieser Wetterelemente zu. Wolkendichte, Wolkenmenge und Sonnenscheindauer könnten als optische Größen direkt auf die Psyche wirken, eine direkte Wirkung dürfte auch die Windstärke besitzen. Dagegen spricht das Verhalten von Luftfeuchte, Sichtweite und der Windrichtung auf den ersten Blick dafür, daß diese Größen eine Indikatorfunktion für einen besonderen Wetterzustand besitzen, den Föhn. Die hohen F-Werte

dieser Größen gehen nämlich vor allem zu Lasten der Gruppe 7, der 15 Tage mit dem schlechtestem Befinden. Hier finden sich jeweils elf mal eine extrem niedrige relative Feuchte, eine gute Morgensichtweite, Südwind und wesentlich höhere Temperaturen, als dem gleitenden Mittel entsprechen. Das sind wesentliche meteorologische Kriterien des Föhns. So wird der äußere Anlaß dieser Studie, nämlich die "Föhnempfindlichkeit" der alpenländischen Bevölkerung, überraschend zu einer Schwäche dieser Studie. Denn die Föhnkombination warm und trocken läßt die anderen, das Befinden beeinträchtigenden meteorologischen Einzelelemente in den Hintergrund treten. So gilt etwa, je stärker die Bewölkungsmenge, umso schlechter das Befinden, zum Föhn gehört jedoch die geringe Bewölkung, wie es sich in Gruppe 7 bemerkbar macht. Die qualitative Analyse der Häufigkeitshistogramme, die ich einer anderen Arbeit vorbehalten möchte, sollte daher die Föhntage aussortieren und getrennt von den übrigen Tagen betrachten.

Zu den Größen, deren Änderung für das Befinden wesentlich ist, gehören vor allem Temperaturgrößen, an erster Stelle die Differenz aktuelles Temperaturminimum minus gleitendes Siebentagemittel, und zwar, je wärmer das tägliche Temperaturminimum gegenüber dem gleitenden Siebentagemittel war, umso schlechter war das Befinden. Diese Größe zeigte eine gute Linearität von sehr gutem bis sehr schlechtem Befinden, so daß man sagen kann, in dieser Größe kommt der Föhneinfluß nicht so zum Tragen wie etwa bei der Feuchte. Vergleichbare Linearität zeigten auch Äquivalenttemperatur und Effektivtemperatur minus entsprechenden Siebentagemittel. Dabei entsprachen hohe Werte schlechtem Befinden. Genauso verhielt sich die Differenz Dampfdruck minus gleitendes Siebentagemittel. Auch das zeigt, daß die Kombination warme Temperatur und relative Lufttrockenheit das divergierende Verhalten einzelner Wetterelemente bei schlechtem Befinden bewirkt.

4.4 ZUR REGRESSIONSANALYSE.

4.4.1 ZUR METHODIK.

Wie ich im methodischen Teil erwähnt habe, bieten die Residuen der Regressionsrechnung die Möglichkeit, die Linearität der Funktion Wetterelement - Befinden grob abzuschätzen. Ich habe auch berichtet, daß für die von mir in der Regression verwendeten Größen eine genügend gute Linearität anzunehmen ist. Ein Beweis der Linearität ist damit nicht gegeben. Ich kann daher auch nicht behaupten, es würden so und soviel Prozent der Gesamtvarianz des Befindens erklärt. Man kann aber davon ausgehen, daß der lineare Anteil der Funktion Wetterelement - Befinden, der in meinem Fall hoch sein dürfte, bei der Regressionsrechnung berücksichtigt wird, und daher mindestens so und soviel Prozent der Gesamtvarianz der Befindenswerte durch die meteorologischen, in der Regressionsrechnung berücksichtigten Elemente erklärt wird. Aber man darf anderseits die angegebenen Zahlenwerte der Regressionsgleichung nicht als absolute, feststehende Zahlenwerte ansehen, sondern muß daran denken, diese Werte wurden mit einer statistischen Methode ermittelt und ich müßte dazu die entsprechenden Toleranzbereiche angeben.

Die wichtigste statistische Prüfung der Regressionsanalyse ist bei allen Teilschritten der multiplen Regression möglich: Der Quotient Varianz innerhalb der Regressionsrechnung durch Varianz außerhalb der Regressionsrechnung (auch Restvarianz oder Varianz der Residuen genannt) ist eine Prüfgröße für den F-Test, um die Nullhypothese zu prüfen, die Beziehung zwischen den unabhängigen Variablen und der zu schätzenden Größe sei zufällig, oder, was gleichbedeutend ist, die Regressionskoeffizienten unterscheiden sich nicht signifikant von Null. Dieser F-Wert war für alle im Ergebnisteil angegebenen Schritte der Regressionsrechnung größer als der entsprechende Tafelwert bei $p = 0.01$ (DOCUMENTA GEIGY). Das Programm liefert außerdem für jeden Regressionskoeffizienten den Standardfehler. Dieser Bereich wurde in Tabelle 7 mitangegeben.

Die hier durchgeführte Regression entspricht einer Regression erster Art, das heißt, sie geht davon aus, daß die meteorolo-

gischen Größen keine zufällige Veränderliche darstellen. Dies ist eine Vereinfachung der tatsächlichen Verhältnisse, jedoch erscheint eine Regressionsrechnung zweiter Art, die die statistischen Schwankungen der meteorologischen Größen berücksichtigen würde, in meinem Fall nicht erforderlich, da die zufälligen Schwankungen wegen der wesentlich größeren Meßgenauigkeit gegenüber den Befindenswerten nicht ins Gewicht fallen.

4.4.2 ZU DEN ERGEBNISSEN DER REGRESSIONSANALYSE.

Die Darstellung der Ergebnisse soll sich hier auf die ersten sechs Schritte der Regressionsanalyse der Befindenswerte beschränken. Wie man der Tabelle 7 entnehmen kann, sind zu diesem Zeitpunkt vier unabhängige Variable in der Rechnung, das Temperaturminimum minus gleitendes Siebentagemittel, die Dummy-Variablen DJUNI und DHERBST sowie die relative Feuchte zum Termin 1. Die Toleranzbereiche der Regressionskoeffizienten dieser Variablen umfassen nicht den Wert Null. Die Regression zwischen diesen Größen und den Befindenswerten ist also nicht durch Zufall zu erklären. Der positive Koeffizient des Temperaturminimums besagt, daß je wärmer das Temperaturminimum gegenüber dem gleitenden Siebentagemittel, umso schlechter das Befinden. Entsprechend bedeuten die negativen Koeffizienten der anderen drei Größen, daß im Sommer bzw. im Herbst das durchschnittliche Befinden besser war als im Frühjahr sowie, daß an relativ trockenen Tagen sich das Kollektiv schlechter fühlte als an feuchten Tagen. Hier zeigt sich also wieder der Einfluß der beiden Föhnkomponenten: warm und trocken.

Wie man Tabelle 6 entnehmen kann, erklären diese vier Größen 54 % der Gesamtvarianz der Befindenswerte, nimmt man die restlichen vier Größen hinzu, die nach zehn Schritten in die Gleichung aufgenommen wurden, erhöht sich dieser Anteil auf knapp 58 %. Dies ist ein bemerkenswert hoher Prozentsatz durch Witterungseinflüsse erklärter Varianz einer biologischen Größe. So konnte DIRNAGL (2) bei der Varianzanalyse der Arbeit von STOLLREITHER zeigen, daß ungefähr 20 % der Varianz der subjektiven Beschwerden durch Wettereinflüsse zu

erklären ist. Rund 20 % beträgt auch der Einfluß der Wetterphasen auf die Varianz der Befindenswerte, wenn man von der Abweichung der Wetterphase drei ausgeht, wie ich sie im Rahmen der Wetterphasenanalyse dargestellt habe. SEPP konnte ebenfalls zeigen, daß etwa 20 % der Varianz der Geschmacks-treffsicherheit durch meteorologische Einflüsse zu erklären ist.

Zwei Besonderheiten meiner Ergebnisse erscheinen mir besonders wichtig. Erstens entscheidet die **R i c h t u n g** der Temperaturänderung darüber, ob sich das Kollektiv besser oder schlechter fühlt als gewöhnlich. Bei den mir bekannten Arbeiten bewirkt jede Änderung des Temperatur-Feuchte-Milieus im Sinne einer Stress-Situation eine Befindensverschlechterung. Die zweite Besonderheit liegt in der Bedeutung der Änderung der Temperatur gegenüber dem gleitenden Siebentagemittel. Dieses Phänomen reizt - entsprechend dem in der Einleitung Gesagtem - zur kausalen Hypothese. Prinzip eines kybernetischen Modells, das diesem Ergebnis gerecht wird, könnte z.B. sein, daß man davon ausgeht, die homöotherme Regulation des Menschen stelle ein träges System dar, das längere Zeit zum Einpendeln des thermischen Gleichgewichts benötigt. So trifft den Körper eine Änderung eines mittelfristig stationären Zustands immer wieder als neue Belastung, wobei offensichtlich die Erleichterung der Wärmeabgabe als angenehm, die Behinderung der Wärmeabgabe als unangenehm empfunden wird. Als experimentelle Stütze dieser Hypothese möchte ich nur erwähnen, daß FORSTNER im Klimakammerversuch zeigen konnte, daß kurzfristige Feuchteänderungen längerfristig auf verschiedene Kreislaufparameter Einfluß besitzen. Ähnliche Wirkungen konnte PAESCHKE auf die circadiane Temperaturrhythmik nachweisen.

Wenn auch die von mir dargestellten und erarbeiteten Ergebnisse als statistisch gut gesichert angesehen werden dürfen, darf man nicht vergessen, daß es sich **n u r** um statistische Ergebnisse handelt. Ob der Temperatur und der relativen Feuchte eine kausale Bedeutung zukommt oder sie nur Parameter für ein komplexeres, mit den Methoden dieser Arbeit nicht erfaß-

tes Wettergeschehen darstellen, kann nur im Klimakammerversuch geklärt werden. Die oben angeführten Arbeiten sind erst ein Anfang. Man kann jedoch sagen, daß diese Größen zumindest gute Parameter für die Wirkung der Witterung auf das subjektive Befinden des Menschen darstellen.

5. ZUSAMMENFASSUNG.

Im Jahre 1970 befragte das Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München mehr als 2500 Münchener Bürger 15 Wochen lang über physische und psychische Beschwerden. Die Befragung wurde mittels eines täglich auszufüllenden, EDV-gerechten Fragebogens durchgeführt. Die Angaben über das tägliche subjektive Befinden wurde unter Eliminierung des Wochenganges zu sogenannten "Befindenswerten" umgerechnet. Diese Befindenswerte wurden mit den Wetterphasen nach der Tölzer Methode in Beziehung gesetzt. Dabei zeigte Wetterphase drei eine besonders ungünstige biotrope Wirkung. Außerdem wurden Häufigkeitsverteilungen zwischen den Befindenswerten und den bodennahen meteorologischen Größen der Klimakarten des Deutschen Wetterdienstes sowie von diesen abgeleitete Größen, wie ein gleitendes Siebentagemittel oder die Differenz der aktuellen Werte zum Vortag bzw. diesem Siebentagemittel, berechnet. Diese Berechnungen wurden für die drei synoptischen Termine getrennt durchgeführt. Rund siebzig derartige meteorologische Größen ergaben bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0.01 eine statistische Beziehung zu den Befindenswerten. Aus diesen siebzig meteorologischen Einzelementen wurden fünfzehn ausgewählt und für eine multiple lineare stufenweise Regressionsrechnung zur Analyse der Befindenswerte verwandt. Diese zeigte, daß rund 54 % der Varianz der Befindenswerte durch Jahresgang, der Differenz Tagestemperaturminimum minus eines besonderen, gleitenden Siebentagemittels und der relativen Feuchte zum Termin 1 erklärt werden kann.

6. LITERATURVERZEICHNIS.

- (1) ASSMANN D., Die Wetterfühligkeit des Menschen,
Ursache und Pathogenese der biologischen
Wetterwirkung
Jena 1955
- (2) BARTELS J., Zur statistischen Methode
Med.-Met.Hefte 8 (1955)
- (3) BECKER F., Arbeitsgrundlage der Medizin-Meteorolo-
gischen Vorhersage im Königsteiner
Arbeitskreis
Med.-Met.Hefte 11 (1956)
- (4) BAUER F., Mathematisch-statistische Prüfung der
zeitlichen Häufung von Todesfällen
Med.-Met.Hefte 10 (1955)
- (5) BAUR F., LINKES Meteorologisches Taschenbuch
Neue Ausgabe III.Band
Leipzig 1957
- (6) BERG H., Statistisch gewonnene Ergebnisse in der
Medizinmeteorologie
Med.-Met.Hefte 8 (1953)
- (7) BERTRAM G., Bemerkungen zur Korrelationsrechnung
Med.-Met.Hefte 7 (1952)
- (8) BRADTKE F., Hilfsbuch für raum- und außenklimatische
LIESE W., Messungen
Berlin-Göttingen-Heidelberg ²1952
- (9) BREZOWSKY H., Pathologische Reaktionen auf biotrope
GRIMMEISEN H., Wetterphasen, klinisch-therapeutische
und anästhesiologische Konsequenzen
Therapie der Gegenwart 5 (1967) S.341 ff.
- (10) BÜTTNER K., Physikalische Bioklimatologie
Probleme und Methoden
Leipzig 1958

- (11) CAROLI G., Bemerkungen zur Aranhypothese
(ein Beispiel für statistische Trugbilder)
Med.-Met.Hefte 9 (1954)
- (12) DAUBERT K., Spezifische Reizkomponenten des Wetters
und ihre Beziehung zum gesunden und kranken
Organismus
Med.-Met.Hefte 13 (1958)
- (13) DIRNAGL K., Gedanken zum Wirkungsmechanismus meteoro-
(1) biologischer Erscheinungen
Münch.Med.Wochenschrift 11 93.Jhg. (1951)
- (14) DIRNAGL K., Statistische Betrachtungen zu einer meteo-
(2)robiologischen Untersuchung
Ber.d.Deutsch.Wetterdienstes in der US-Zone
Nr.42 (1952)
- (15) DIRNAGL K., Zur Methodik der meteorobiologischen und
(3) bioklimatischen Forschung
Archiv f.physik.Therapie 5.Jhg.,H.2 (1953)
- (16) DIRNAGL K., Methodische Untersuchung zur subjektiven
(4) Erfassung von Wetter- und Klimaeinflüssen
auf den gesunden Menschen
Bundes-Arbeitsblatt 1955 Heft 2
- (17) DIRNAGL K., Vortrag
(5) 6.Medizin-Meteorologische Arbeitstagung
Timmendorferstrand 1971
- (18) DIRNAGL K., Vortrag
(6) Kongress der Österreichischen, Schweizeri-
schen und Deutschen Gesellschaft für
Physikalische Medizin
Lindau 1971
- (19) DIXON W.J., RMD Biomedical Computer Programs
Univ.of California Press Los Angeles 1967
- (20) DRAFER N.R., Applied Regression Analysis
SMITH H., New York-London-Sydney 1966
- (21) FORSTNER R., Über den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf
Herzfrequenz und systolischen sowie diasto-
lischen Blutdruck während eines langfristiger
Aufenthalts im Klimarium
Diss. München 1971

- (22) FREY W., Zum Problem der Föhnkrankheit
Wien.Klin.Wochenschrift 77.Jhg.,Nr.8 (1965)
- (23) GEIGER R., Das Klima der bodennahen Luftschichten
Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie
Braunschweig ⁴1961
- (24) GEFPERT M.-P., Zur statistischen Methodik der bioklima-
tischen Forschung
Med.-Met.Hefte 9 (1954)
- (25) GRIMMELSEN H., Wettereinflüsse bei Blutdruckdepressionen
BREZOWSKY H., in der Narkose
Med.Klinik 63 (1968) Nr.45
- (26) HALHUBER M.J., Zur Klinik der sogenannten Föhnbeschwerden
Med.-Met.Hefte 13 (1958)
- (27) HANDBUCH DER BÄDER- UND KLIMAHEILKUNDE
Herg. AMELUNG W. und EVERS A.
Stuttgart 1962
- (28) HEIGEL K., Basiswerte der Abkühlungsgröße und der
Äquivalenttemperatur für das nördliche
Alpenvorland nach 30jährigen Mittelwerten
von Bad Tölz (1939-1968)
Z.angew.Bäder- u.Klimaheilk.18:101-120 (1971)
- (29) HEITE H.J., Über die korrelationsstatistische Urteils-
Med.-Met.Hefte 7 (1952)
- (30) HOFSTÄTTER P.R., Quantitative Methoden der Psychologie
WENDT D., Eine Einführung
München 1966
- (31) HOSEMANN H., Statistische Methoden und ihre Anwendung,
gezeigt an Beispielen aus der Geburtshilfe
Med.-Met.Hefte 8 (1953)
- (32) JESSEL U., Bemerkungen zur medizinmeteorologischen
Statistik
Med.-Met.Hefte 9 (1954)
- (33) KANZ E., Wetterwirkung auf die menschliche Physis
und Psyche als Ergebnis experimenteller
experimenteller Untersuchungen (I.Teil)
Archiv f.Hygiene u.Bakt. 135 (1951) H.2

- (34) KRIZ J., Statistik in den Sozialwissenschaften
Hamburg 1973
- (35) KUHNKE W., Meteorologische Grundlagen einer Medizin-
Meteorologischen Vorhersage
Med.Met.-Hefte 11 (1956)
- (35) KÜGLER H., Medizin-Meteorologie nach den Wetterphasen
eine ärztliche Wetterkunde
München 1972
- (37) MENGGER W., Befindensstörungen im Kindesalter
Med.-Met.Hefte 13 (1958)
- (38) MÜCHER H., Psychische und physiologische Wirkungen
des Wetters
Aulendorf/ W. 1957
- (39) MÜLLER K.H., Fortran IV
STREKER I., Mannheim 1967
- (40) MÜNCHEN, Auswertung der Schadstoffimmissionsmessungen
Stadtverwaltung, im Stadtgebiet für den Monat ...
München 1970 und 1971
- (41) OBERLAND E., Untersuchungen über die Wetterabhängigkeit
des Kopfschmerzes
Arch.f.Met.,Biophysik u.Bioklimat.Serie B
Band 13, H.3 (1964)
- (42) PAESCHKE R., Das Verhalten von Körpertemperatur und
Temperaturempfinden des Menschen während
eines langfristigen Klimakammeraufenthalts
bei wechselnder Luftfeuchte.
Diss. München 1973
- (43) PFANZAGL J., Allgemeine Methodenlehre der Statistik
II. Höhere Methoden
Berlin 1966
- (44) REIFFERSCHIED H., Über den Einfluß des Wetters auf Leistung
und Befinden bei Akkordarbeitern
Zent.f.Arbeitsmedizin u.Arbeitsschutz
Band 4 H.4 (1954)

- (45) ROESER-BLEY H., Vergleichende Untersuchung über Wettereinflüsse auf das Befinden und auf physiologische Meßgrößen bei Kurgästen in verschiedenen bayerischen Kurorten an Hand von Temperatur und Feuchte sowie des Wetterphasenschemas der Bad-Tölzer Arbeitsmethode
Diss. München 1969
- (46) DE RUDDER B., Grundzüge der Bioklimatik des Menschen
in: Klima-Wetter-Mensch, herg.v.SHEYBOLD
u.WOLTERECK
Heidelberg ²1952
- (47) RUNDE P., Der Fragebogen, Entwicklung, Standardisierung und Grenzen seiner Anwendung
in: Epidemiologie und epidemiologische Methodik
Schriftenreihe der Bay.Landesärztekammer
München 1972
- (48) SCHAEFER H., Epidemiologische Grundbegriffe
in: Epidemiologie und epidemiologische Methodik
Schriftenreihe der Bay.Landesärztekammer
München 1972
- (49) SCHULZE, Über den Zusammenhang von Wetter und Krankheit (Grundlagen der dynamischen Methode)
Med.-Met.Hefte 2 (1950)
- (50) SACHS L., Statistische Auswertungsmethoden
Berlin-Heidelberg 1968
- (51) SEPP J., Geschmack und Wetter unter besonderer Berücksichtigung des Föhns sowie der Frage einer Wetterwirkung in geschlossenen Räumen
Diss. München 1954
- (52) SEYBOLD A., Klima - Wetter - Mensch
WOLTERECK H., Heidelberg ²1952
- (53) STARFINGER W., Über bioklimatisch ausgelöste Krankheitszustände und ihre therapeutische Beeinflussung
Deut.Med.Journal Jhg.17, H.22 (1966)
- (54) SPINNEMANN H., Statistische Untersuchungen zur Frage der
BÜCHLER L., Wetterfühligkeit
KUNZ P., Münch.Med.Wochenschrift Jhg.103 H.31 (1961)

- (55) STOLLREITHER A., Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen dem subjektiven Befinden des Menschen und den atmosphärischen Störungen
Diss. München 1951
- (56) ÜBERLA K., Faktorenanalyse
Berlin-Heidelberg-New York 1968
- (57) UNDT W., Indirekte Wetterwirkungen auf den Menschen
(1) Dargestellt am Verhalten von Wasserkeimzahl und Insekten
Med.-Met.Hefte 13 (1958)
- (58) UNDT W., Meteorologie des Föhns
(2) Med.Met.Hefte 13 (1958)
- (59) UNGEHEUER H., Über eine Methode zur kontinuierlichen Erfassung der biologischen Wetterwirkung
(1) Fortschr.d.Medizin Jhg.69 Nr.21/22 (1951)
- (60) UNGEHEUER H., Ein meteorologischer Beitrag zu Grundproblemen der Medizin-Meteorologie
(2) Med.-Met.Hefte 11 (1956)
- (61) WARMBT W., Akrale Hauttemperatur und Klimaempfinden in ihrer Beziehung zu meteorologischen Faktoren
Berlin 1956
- (62) WEBER E., Grundriß der biologischen Statistik
Stuttgart ⁶1967
- (63) WICHMANN O., Patient und Wetter in allgemeinärztlicher Sicht
Landarzt 42, H.16 (1966)
- (64) DOCUMENTA GEIGY - Wissenschaftliche Tabellen
Basel ⁶1960
- (65) DEUTSCHER Monatlicher Witterungsbericht
WETTERDIENST, Ausblatt des Deutschen Wetterdienstes Jhg.18
Offenbach (Main) 1970/1971

DANKSAGUNG.

Für die Überlassung des Themas und die stets
freundliche Unterstützung bei den Berechnungen
und der Abfassung dieser Arbeit danke ich
Herrn Prof.Dr.med.H.Drexel und besonders
Herrn Dipl.-Phys.K.Dirnagl.

Für die Überlassung meteorologischer Daten
danke ich folgenden Herren:
Prof.Becker vom Deutschen Wetterdienst Offenbach
Dipl.-Met.Heigel von der Medizinmeteorologischen
Beratungsstelle Bad Tölz
Dipl.-Met.Dechant vom Wetteramt München.

LEBENS LAUF.

Geboren wurde ich, Gottfried Raddatz, am 13.1.1945 in Quedlinburg. Meine Eltern sind der Obervertrauensarzt Dr.med.Ernst Raddatz und seine Ehefrau Waltraud, geb. Simon.

Nach sechs Jahren Volksschule besuchte ich das Albert-Einstein-Gymnasium in München. Hier erhielt ich 1966 mein Reifezeugnis.

Von 1966 bis 1972 studierte ich Medizin an der Universität München und legte dort 1972 das Staatsexamen ab.

Im November 1973 erhielt ich meine Bestallung als Arzt.

